

Trabajo Fin de Grado

Empleo RPAS para la localización, identificación y corrección de acciones de fuego con unidades de ACTA. Integración en la UDACTA NFC-1.

Autor

C.A.C. Art. D. Francisco Javier Ruiz Gazulla

Director/es

Director académico: D. Ángel Gracia Ramos

Director militar: Cap. D. David Martínez Jiménez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2019

RESUMEN

La Artillería de Costa (ACTA) tiene la misión de proteger zonas o puntos sensibles asignados y asegurar el tráfico marítimo protegiendo a las unidades terrestres y marítimas mediante acciones de información y fuego. Para llevar a cabo estas misiones, posee medios de localización e identificación de objetivos, así como bocas de fuego.

Los medios de localización e identificación de objetivos presentan unas características que limitan el cumplimiento de la misión de la ACTA. Estas limitaciones se han estudiado en el siguiente trabajo para lograr reducirlas o incluso eliminarlas a través de un medio óptimo, como es el empleo de los medios RPAS (Remotely piloted aircraft system).

El objetivo principal de este trabajo es realizar la integración de los medios RPAS dentro de una Unidad de Defensa de Artillería de Costa (UDACTA). Para ello, en primer lugar, se ha efectuado un estudio de los medios actuales utilizados por la misma, analizando cómo realizan sus funciones y las limitaciones que presentan. Posteriormente, una vez concluidas las carencias de estos medios, se ha estudiado la situación actual de los medios RPAS mediante un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) para centrar el estudio en aquellos que pueden contribuir con mayor eficacia a complementarlos en su cometido. En el cumplimiento de su misión, los RPAS realizarán misiones de vigilancia despegando cuando se le requiera y actuando como medio de vigilancia e identificación de las embarcaciones que los medios de Artillería no sean capaces de localizar e identificar. Los medios RPAS requieren de unas capacidades tanto de autonomía y alcance como de calidad de cámaras acordes a las necesidades de la UDACTA.

A continuación, se realizaron numerosas entrevistas a personal experto, por un lado, en el empleo de los medios RPAS, y por otro, en el de los medios de adquisición en ACTA. De esta forma, estudiando dos puntos de vista diferentes, se concluyó la importancia de las cualidades más valoradas de un RPAS, seleccionándose cinco medios sobre los que realizar el análisis de integración. Durante el mismo, se estudió cada uno de los medios para más adelante realizar una matriz de decisión identificando el RPAS óptimo, con el objetivo de centrar el estudio final sobre dicho sistema y su posible integración dentro de la UDACTA NFC-1.

Finalmente, se valoró la viabilidad de la integración mediante un análisis de riesgos y se propuso un posible método para llevarla a cabo.

Con este trabajo se ha expuesto cómo los medios RPAS, en concreto el Scan Eagle, serían un medio óptimo para mejorar las capacidades de la ACTA y, en consecuencia, la seguridad del territorio nacional.

ABSTRACT

The Coast Artillery (ACTA) has the mission to protect sensitive assigned areas or points and to secure marine traffic, giving protection to land and maritime units by information collection and fire actions. To carry out these missions, it has resources for locating and identifying objectives, as well as howitzers.

These means of locating and identifying objectives show some characteristics that limit the fulfillment of the mission of the ACTA. In this project, these limitations have been analysed to reduce or even eliminate them through the use of Remotely piloted aircraft system (RPAS).

The main objective of this project is to integrate RPAS into the Coast Artillery Defense Unit (UDACTA). To this aim, the current means used by RPAS have been analysed, focusing on their performance and their limitations. Next, once the shortages of RPAS' means have been discussed, the current situation of RPAS has been evaluated through a SWOT analysis (Weaknesses, Threats, Strengths, Opportunities) to find those that can contribute more effectively to complement RPAS in their mission. To fulfil its objectives, the RPAS will carry out surveillance actions taking off when required and, acting as a mean of surveillance and identification of the ships, when the artillery means are not able to locate and identify them. RPAS require both autonomy and range, as well as high-quality cameras according to the needs of UDACTA.

In addition, several experts were interviewed in the use of RPAS and in the acquisition resources of ACTA. After analysing these two different points of view, the most valued qualities of RPAS were defined and five means were selected. The integration analysis was then carried out on the five selected means. During this analysis, each RPAS was studied to implement a decision matrix with the objective of identifying the most optimal RPAS.

Finally, the "Scan Eagle" RPAS system/mean was selected, and based on a risk analysis, the viability of its possible integration in the UDACTA NFC-1 has been proposed.

To conclude, this project explains and analyses the different RPAS used by the Coast Artillery and shows why the "Scan Eagle" would be the optimal RPAS to improve the capabilities of the ACTA and, consequently, the security of the national territory.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de Fin de Grado ha sido realizado a lo largo de las prácticas externas de quinto curso del Grado de Ingeniería de Organización Industrial-Perfil Defensa del Centro universitario de la Defensa y la Academia General Militar en el RACTA 4 en San Fernando, Cádiz.

En primer lugar, quisiera agradecer a todo el personal del Regimiento su apoyo, el buen trato y la gran experiencia vivida. En concreto, la inestimable ayuda de la 1ª Batería, siempre dispuesta en lo que necesitara. Además, quisiera destacar la constancia del Teniente Ildefonso Alonso Povedano en la realización del mismo y del Teniente Óscar Navarro Picazo y todos los Sargentos 1º y Sargentos de la batería por todos los conocimientos aportados. Asimismo, quisiera agradecer al Cabo 1º de Infantería de Marina D. Francisco López Medina y al Brigada Gamero todos los conocimientos aportados sobre los medios RPAS.

En segundo lugar, debo agradecer al profesor D. Ángel Gracia Ramos su dedicación, constancia, y exigencia en el trabajo realizado, sin él no hubiera sido posible.

Por último, agradezco a mi familia, a mi novia Marta y a mis compañeros de promoción su apoyo incondicional durante toda mi formación y en particular para este Trabajo de Fin de Grado.

Índice

Índice de ilustraciones.....	ix
Índice de tablas	x
Lista de acrónimos	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. La Artillería de Costa	1
1.2 Unidad de Defensa de Artillería de Costa (UDACTA)	1
1.3 Localización, identificación de objetivos y corrección de acciones de fuego	1
2. METODOLOGÍA Y OBJETIVOS	2
3. MEDIOS ACTUALES DE LA UDACTA	2
3.1. Radar de exploración (RAE).....	3
3.2 Puesto de observación móvil (POMO)	3
3.3 Puesto móvil de observación y vigilancia (POVIL).....	4
3.4 Dirección de Tiro SDT 9KA-410.....	4
4. SISTEMA DE MANDO Y CONTROL HÉRCULES	5
5. REQUERIMIENTOS	6
6. MEDIOS AÉREOS NO TRIPULADOS (RPAS)	7
6.1. Análisis DAFO	9
7. SISTEMAS RPAS PARA LA INTEGRACIÓN	11
7.1. Searcher MK III	11
7.2. Atlantic	12
7.3. Fulmar	13
7.4. Orbiter 3	13
7.5. Scan Eagle.....	14
8. COMPARATIVA	15
9. ANÁLISIS DE RIESGOS	19
10. INTEGRACIÓN DENTRO DE LA UDACTA NFC-1	21
11. CONCLUSIONES	26
12. REFERENCIAS	27
ANEXO A. CÁMARAS DEL SCAN EAGLE.....	29
ANEXO B. MATRIZ DE DECISIÓN.....	32
ANEXO C. ENTREVISTAS-PERSONAL EXPERTO	33
ANEXO D. ANÁLISIS DE RIESGOS	48

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Imagen captada por el POMO [5].....	4
Ilustración 2. Imagen IR captada por el POMO [4].....	4
Ilustración 3. Imagen captada por el POVIL[3].....	4
Ilustración 4. Dirección de tiro móvil 9KA-410 [5].....	5
Ilustración 5. Consola del calculador principal [6].....	5
Ilustración 6. Pantalla del Sistema Hércules [2].....	5
Ilustración 7. Sistema de aterrizaje Skyhood [23].....	22
Ilustración 8. Presentación de la información recogida por RPA [8]	22
Ilustración 9. Organigrama de una Unidad RPAS [10].....	23
Ilustración 10. Organigrama MACA. Integración de unidad RPAS en la BLIO [3].....	25
Ilustración 11. Organigrama UDACTA. Integración de unidad RPAS en la UDACTA [26]	25

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación basada en categorías OTAN de RPAS según peso al despegue [11].....	8
Tabla 2 Análisis DAFO.....	9
Tabla 3 Características técnicas. RPAS Searcher MK III.....	12
Tabla 4 Características técnicas. RPAS Atlantic.....	13
Tabla 5 Características técnicas. RPAS Fulmar.....	13
Tabla 6 Características técnicas. RPAS Orbiter 3.....	14
Tabla 7 Características técnicas. RPAS Scan Eagle	15
Tabla 8 Matriz de decisión para la elección del RPAS óptimo	16
Tabla 9 Análisis de riesgos de la integración del Scan Eagle en la UDACTA NFC-1	20
Tabla 10 Posible plantilla RPAS Scan Eagle	24

Lista de acrónimos

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO	PROCEDENCIA EN INGLÉS
ACTA	Artillería de Costa	-
AIS	-	Automatic Identification System
BLIO	Batería de Localización e Identificación de Objetivos	-
CDI	Centro De Impactos	-
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades	-
DGAM	Dirección General de Armamento y Material	-
EO	Electroóptico	Electro-optical
ET	Ejército de Tierra	-
GCS	Estación de control	Ground Control System
GDT	Terminal de datos en tierra	Ground Data Terminal
IFF	Identificación amigo enemigo	Identification Friend or Foe
IR	Infrarrojo	Infrared Illumination
ISTAR	Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de objetivos y Reconocimiento	Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance
MTOW	Máximo peso al despegue	Maximum Take Off Weight
NBQR	Nuclear, Biológico, Químico o Radiológico	-
POMO	Puesto de Observación Móvil	-
POVIL	Puesto Móvil de Observación y Vigilancia	-
RAE	Radar de Exploración	-
RPA	Aeronave Pilotada Remotamente	Remotely Piloted Aircraft
RPAS	Sistema de aeronaves pilotadas remotamente	Remotely Piloted Aircraft System
SAR	Radar de apertura sintética	Synthetic Aperture Radar
SCR	Sistemas de Control Remoto	-
UDACTA	Unidad de defensa de Artillería de Costa	-
ZO	Zona de operaciones	-

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La Artillería de Costa

Los escenarios de actuación de las Fuerzas Armadas son cada vez más complejos y variables para hacer frente a las nuevas amenazas a las que se pueden enfrentar. En el ámbito marítimo, donde se acentúa la defensa de la integridad de nuestro territorio, los riesgos son incrementados, ya que en ocasiones el enemigo aprovecha la cobertura de actividades legítimas desarrolladas en dicho medio para ocultarse.

Dentro de las fuerzas terrestres, la Artillería de Costa (ACTA) se encarga de hacer frente a estas amenazas actuando mediante sistemas de mando y control, sistemas de armas de diferentes características y sistemas de detección, localización e identificación de objetivos. Las misiones que le son encomendadas las cumple gracias a su flexibilidad, composición modular y movilidad [1].

1.2 Unidad de Defensa de Artillería de Costa (UDACTA)

Para cumplir las misiones que le han sido encomendadas, la ACTA no puede tener una organización fija que sea capaz de cumplir todos sus cometidos, sino que sus unidades deberán ser modulares, polivalentes e interoperables. Por ello, se ha introducido un nuevo concepto de organización operativa llamada UDACTA.

Este nuevo concepto hace referencia a una organización operativa de carácter eventual y composición variable que supone la unidad fundamental de empleo de ACTA. Tiene una estructura orgánica básica para la preparación que, a través del proceso de generación correspondiente y mediante la agregación y segregación de módulos, transferirá fuerzas a la estructura operativa, actuando así en el escenario que se requiera. Su composición dependerá de la amenaza, el grado de protección a proporcionar o de las características de la zona del despliegue [1].

Por lo tanto, las UDACTAS deben tener capacidades para hacer frente a cualquier misión¹ dentro de todo el espectro de los conflictos actuales [2]. De un modo general, la estructura orgánica básica de las UDACTA se compone de:

- Sistema de mando, control, comunicaciones e inteligencia para gestionar la batalla.
- Sistema de apoyo logístico.
- Sistema de sensores activos y pasivos para la localización e identificación de los objetivos a batir.
- Sistema de armas (compuesto por la dirección de tiro 9KA y medios productores de fuego, entre los que destaca la pieza más usada en estos momentos: el obús 155/52, perfecto para las capacidades de fuego requeridas por ACTA).

1.3 Localización, identificación de objetivos y corrección de acciones de fuego

La realización de acciones de localización, identificación y corrección de fuegos requiere tener un gran conocimiento del área a vigilar, y para ello, la UDACTA cuenta con medios de obtención de información.

¹ Misión de la UDACTA: Contribuir al levantamiento y sostenimiento de la situación marítima nacional, mejorar el conocimiento del entorno marítimo y colaborar con la vigilancia marítima en la zona asignada.

Estos medios son los encargados de localizar e identificar cada una de las embarcaciones que atraviesan el área vigilada del entorno marítimo, y, en caso necesario, podrían realizar acciones de fuego sobre ellas. Para ello, se debe saber con la mayor exactitud posible la situación del objetivo y su ley de movimiento, por lo que es imprescindible que estos medios tengan las menores limitaciones posibles y permitan una perfecta localización del objetivo a batir. Una vez efectuado el fuego, las trayectorias de los proyectiles se ven afectadas por distintos fenómenos que los desvían del objetivo. Estos fenómenos son impredecibles y no se pueden controlar, por lo que, al realizar un disparo con varias piezas a la vez, los impactos no se producen en el mismo punto, dando lugar a la dispersión del tiro sobre una zona donde puede determinarse el centro de impactos (CDI²). Esto obliga a observar el punto de caída de los proyectiles e introducir las correcciones necesarias en los datos de tiro iniciales para llevar el CDI al objetivo y lograr así batirlo al segundo intento.

El método de corrección utilizado por la Artillería de Costa es la corrección por coordenadas cartesianas, superponiendo el CDI observado en el objetivo. Sin embargo, esta acción debe ser lo más rápida y eficaz posible para evitar que la embarcación pueda variar su rumbo y/o velocidad.

2. METODOLOGÍA Y OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo es seleccionar un posible medio RPAS y analizar como realizaría las misiones requeridas, tanto desde un punto de vista técnico como desde uno logístico.

Para alcanzar dichos objetivos, se procedió en un primer momento a estudiar las acciones de localización, identificación y corrección de acciones de fuego con los medios de ACTA, para lo cual fue de gran ayuda las maniobras realizadas con ellos durante el ejercicio UDACTA FC II/19 en el campo de maniobras Álvarez de Sotomayor (Almería). Tras la deducción de las principales carencias que estos medios poseen, se definieron los requerimientos y capacidades mínimas de los RPAS para ser considerados válidos. Seguidamente se estudiaron los medios RPAS de dotación en las FAS y su situación actual mediante un análisis DAFO, centrando el estudio en aquellos óptimos para el cumplimiento de los cometidos asignados. Tras ello, se estudiaron y analizaron cinco medios RPAS posibles para la integración en la UDACTA y se evaluaron todas las alternativas a través de una matriz de decisión (con la ayuda de personal experto), destacando dos de ellos como los principales candidatos a la integración.

Para confirmar la viabilidad del uso de RPAS por parte de la ACTA se efectuó un análisis de riesgos en el que se evaluaron todos ellos y se procedió a su estudio, concluyendo favorablemente llevar a cabo la integración.

Finalmente, se ha estudiado la integración de un posible RPAS en la UDACTA NFC-1 que abarca tanto los aspectos técnicos como los tácticos y logísticos, concluyendo que la utilización del mismo sería de gran ayuda para mejorar las capacidades de esta organización.

3. MEDIOS ACTUALES DE LA UDACTA

Los sistemas de localización, identificación y dirección de tiro son la base para llevar a cabo una vigilancia de la actividad en las aguas de nuestra responsabilidad, contribuyendo de esta forma a aumentar la imagen de la situación marítima (RMP: Recognized Maritime Picture). Como es sabido, la zona del Estrecho de Gibraltar es un lugar con mucha actividad

² CDI: Para que pueda valorarse con garantía, se deberán observar, como mínimo, tres o cuatro impactos de la salva.

delictiva en estos últimos años, por lo que la ACTA contribuye de manera muy significativa a su vigilancia, siendo ésta una de las misiones³ clave que le han sido asignadas [1].

La RMP que estos medios pueden abarcar no es muy extensa, por lo que generalmente, con el objeto de aumentar su sector de exploración y completar la información de ésta, utiliza la proporcionada por diferentes entidades, ya sean civiles o militares.

Entre estos apoyos cabe destacar el Centro de Coordinación de Salvamento de Tarifa (CCS) y el Mando de Vigilancia de Seguridad Marítima (MVSM), que proporciona información sobre la RMP, reportando el tráfico de buques de guerra aliados⁴. Además, se complementa la información con la proporcionada por diferentes aplicaciones civiles como “Marine Traffic” o AIS (Automatic Identification System), en la que las embarcaciones se registran y facilitan su posición e identificación.

En la UDACTA, pueden existir hasta cuatro sistemas con los cuáles se lleva a cabo la localización, identificación y corrección de acciones de fuego.

3.1. Radar de exploración (RAE)

El RAE es un sensor de ACTA consistente en un radar de adquisición y exploración capaz de, utilizando energía electromagnética, detectar la presencia de cualquier objetivo, obteniendo información relevante como la velocidad, rumbo o distancia de la misma. Entre sus características técnicas destaca que puede realizar un seguimiento automático máximo de hasta 20 objetivos y que su distancia mínima y máxima de seguimiento es de 0,2 km y 64,5 km respectivamente. Por otro lado, es importante nombrar su movilidad táctica (sistema shelterizado⁵), la posibilidad de funcionamiento autónomo gracias al grupo electrógeno integrado que posee y la de ser helitransportado [3].

En cuanto a su función dentro de la UDACTA, el RAE realiza la detección de todas las trazas⁶ que se encuentran dentro de su zona de acción. Gracias a estos datos obtenidos, el Centro de Operaciones es capaz de, ayudándose de otros medios, realizar la identificación de la embarcación y proceder a su análisis.

3.2. Puesto de observación móvil (POMO)

El POMO es un sensor de ACTA dotado de una cámara de televisión (TV) y otra térmica (IR) que posee la capacidad de detección e identificación de buques. Tiene un alcance máximo teórico de reconocimiento de hasta 40 km con condiciones de visibilidad perfectas (reducidos a 25 km en la práctica según la amplia experiencia de sus operadores). Es destacable que tiene la posibilidad de ser helitransportado [3][4].

En cuanto a su función dentro de la UDACTA, el POMO es el encargado de proporcionar las imágenes de las trazas para proceder a su identificación en tiempo real. De este modo, cuando el Centro de Operaciones visualiza a través del RAE una nueva traza, contacta con el POMO dándole las indicaciones necesarias para que la puedan visualizar y de este modo llevar a cabo su identificación.

³ Además, realiza otras operaciones como la lucha contra la proliferación de armas de destrucción masiva, la piratería, el terrorismo por vía marítima y los tráficos ilícitos; la protección de las líneas de comunicación marítima, del patrimonio cultural subacuático, de las infraestructuras críticas y de los recursos; y, en general, la defensa y el fomento de los intereses marítimos nacionales.

⁴ Un claro ejemplo de este apoyo, lo encontramos en el ejercicio de la activación UDACTA de septiembre de 2019, en la que se colaboró con los buques de la Armada Alborán y Audaz.

⁵ Sistema shelterizado: Sistema caracterizado por tener todos sus elementos en un contenedor compacto, pudiendo ser transportado en la parte trasera de un vehículo.

⁶ Trazas: Trayectoria o huella que deja una embarcación durante su recorrido.



Ilustración 1 Imagen captada por el POMO [5]

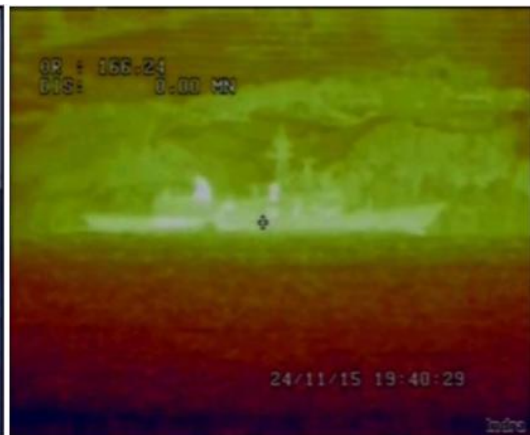


Ilustración 2. Imagen IR captada por el POMO [4]

3.3 Puesto móvil de observación y vigilancia (POVIL)

Este sistema puede actuar en apoyo de la UDACTA llevando a cabo misiones de vigilancia y exploración del entorno marítimo. Cuenta con una cámara CORAL con un alcance y calidad superior a las del sistema POMO y sistema optrónico de la DT 9KA.

Su función dentro de la UDACTA la cumpliría de la misma manera que el POMO, siendo más eficaz debido a su mayor calidad en la obtención de imágenes.



Ilustración 3. Imagen captada por el POVIL [3]

3.4 Dirección de Tiro SDT 9KA-410

El sistema de dirección de tiro DT 9KA-410 está formado por un conjunto de elementos que permiten realizar la puntería continuada de las piezas para batir objetivos en movimiento. Este conjunto de elementos está formado por un sistema optrónico (una cámara de TV/IR y un telémetro láser) y su consola de seguimiento, un radar de exploración, un calculador principal, un calculador de las piezas y dos consolas de seguimiento radar.

Estos elementos logran transformar los datos de distancia, velocidad, rumbo y orientación del objetivo en datos de tiro para las piezas, logrando la posibilidad de batirlo de forma rápida, eficaz y precisa. Destaca que tiene un alcance en seguimiento automático de 52 km y que no puede empeñarse en más de dos trazas al mismo tiempo, lo que supone una limitación para la gran capacidad de fuego de los obuses.



Ilustración 4. Dirección de tiro móvil 9KA-410 [5]



Ilustración 5. Consola del computador principal [6]

Su función dentro de la UDACTA es vital, ya que es el nexo entre los sensores de adquisición de objetivos y las bocas de fuego. En el momento en que el Centro de Operaciones identifica una traza como enemiga o sospechosa y desea realizar fuego sobre ella, la DT 9KA debe adquirir dicha traza con su radar y realizar un seguimiento sobre la misma, ayudándose además del sistema optrónico. Una vez realizado este paso, transformará los datos de la embarcación en datos de tiro para las piezas, quedando estas apuntadas.

4. SISTEMA DE MANDO Y CONTROL HÉRCULES

Para entender el funcionamiento de estos sistemas dentro de la estructura de ACTA, es importante mencionar que el sistema de mando y control utilizado para llevar a cabo la integración de los mismos es el “Sistema Hércules”⁷.

Este sistema (algo obsoleto y pendiente de evolución) permite la representación táctica en tiempo real de la RMP barrida por el RAE [7].



Ilustración 6. Pantalla del Sistema Hércules [2]

La secuencia lógica de funcionamiento dentro de la ACTA se inicia en los sistemas de localización de objetivos, en donde se lleva a cabo la detección de las trazas existentes en sus áreas de acción. Posteriormente, se realiza el proceso de identificación de las mismas, para lo cual se utilizan las imágenes obtenidas por el POMO y el POVIL. Hay que reseñar que para

⁷ Creado por la empresa Navantia, sustituyó a una herramienta llamada SADL (Semi Automatic Data Link) en el 2004.

alcanzar una identificación óptima es indispensable que los operadores tengan una gran experiencia en este proceso.

Una vez identificadas las trazas, y si fuera necesario en función del grado de amenaza que representen, es posible iniciar una acción de fuego. Para ello, juega un papel fundamental la DT 9KA-410, que llevará el seguimiento de la traza, siendo también el que le proporcionará al escalón de fuego la información necesaria para obtener unos datos de tiro con los que el calculador de las piezas pueda batir a los objetivos.

De lo anteriormente expuesto, se comprueba que los elementos que componen la UDACTA pueden resultar esenciales para alcanzar con éxito el cumplimiento de la misión asignada. En lo que se refiere a la identificación, localización y corrección de las acciones de fuego pueden surgir los siguientes problemas (sin entrar en la necesaria actualización del Sistema Hércules):

- Alcance y condiciones climatológicas adversas que impidan la correcta visualización de una embarcación por parte de la cámara optrónica del POMO o del POVIL.
- Confusión del sensor radar de trazas con ruido ocasionado por el mar.
- Limitación en el alcance de identificación de la cámara del POMO, siendo la distancia máxima para la visualización de imágenes nítidas de 25 km en condiciones climatológicas perfectas.
- Posibles interferencias electromagnéticas a través de inhibidores en las embarcaciones o desde la costa africana, encontrándose a tan solo 12 km de la costa española y provocando la no detección por nuestros radares de posibles embarcaciones.
- Imposibilidad de reconocer una embarcación por presentar una firma térmica no guardada en nuestra base de datos.
- Dificultad de detección radar de embarcaciones situadas a escasa distancia entre ellas y de diferentes dimensiones.

Ante estos problemas y limitaciones que presentan los sistemas nombrados, se pueden estudiar muchas alternativas de mejora, siendo una de las principales el empleo de los medios RPAS, que serían capaces de hacer desaparecer estos problemas y conseguir que se llevara a cabo el incremento de la RMP sin dejar traza alguna sin identificar. Además, debido a su gran capacidad de reconocimiento, con estos medios se podría obtener una visión directa y en tiempo real de las embarcaciones, logrando una identificación inmediata, y en caso de la realización de acciones de fuego, podría emplearse para la corrección de las mismas. Asimismo, ayudará a contextualizar las operaciones que se lleven a cabo en el marco marítimo, proporcionando información de objetivos fuera del alcance de la ACTA.

5. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos necesarios para una óptima localización, identificación y corrección de acciones de fuego pasan por tener los medios adecuados para ello. Si los medios que actualmente posee la UDACTA no son suficientes, se deberá contar con un elemento que los complemente [8].

Los RPAS son idóneos para ser los encargados de esta misión, y para eliminar las limitaciones anteriormente nombradas es necesario que posean:

- Autonomía suficiente para poder localizar, identificar y corregir el fuego (mínimo 5 horas).

- Alcance mínimo de 50 km, ya que las piezas tienen la capacidad de hacer fuego a una distancia similar y la aeronave no siempre despegará desde un lugar dentro del despliegue de la UDACTA.
- Gran calidad en los sensores y cámaras para localizar e identificar las embarcaciones en condiciones atmosféricas adversas.
- Puesta en funcionamiento en el menor tiempo posible, ya que se requiere rapidez en la identificación de las embarcaciones.
- Protección ante ataques cibernéticos, ya sea mediante un sistema o por estar constituidos de materiales que reduzcan su detección radar.
- Sistema GPS óptimo integrado para realizar un correcto plan de vuelo y corrección de acciones de fuego.

Los RPAS realizarían las misiones de localización e identificación de las embarcaciones de la RMP asignada siguiendo el plan de vuelo que su operador les marque (puede en todo momento ser modificado si se cree conveniente) mediante “waypoints”⁸. Durante el vuelo, el operador de los medios ópticos puede manejar la cámara y visualizar, localizar e identificar las embarcaciones cumpliendo la misión. La corrección de las acciones de fuego pasa por quedar situado en un lugar cercano al objetivo y transmitir tanto las coordenadas cartesianas del objetivo como las del punto de caída de los proyectiles al escalón de fuego de la manera más rápida posible [9].

6. MEDIOS AÉREOS NO TRIPULADOS (RPAS)

Un RPA (Remotely Piloted Aircraft) es una aeronave que no porta un operador humano y que es operada de forma remota usando varios niveles de funciones automatizadas.

Por su parte, un RPAS es un sistema compuesto por tres elementos:

- Segmento aéreo: Compuesto por la aeronave y la carga útil⁹.
- Segmento de superficie o terrestre: Formado por un elemento de control y exploración¹⁰ y los diferentes elementos de apoyo (necesarios para el despliegue, transporte, mantenimiento, lanzamiento y recuperación).
- Enlace de datos: los elementos encargados de comunicar el RPA con los medios de control y exploración [10].

Los RPAS que existen en la actualidad tienen muy diferentes formas y tamaños, pero en las Fuerzas Armadas de países pertenecientes a la OTAN, se han clasificado teniendo en cuenta diversos factores:

⁸ Waypoint: Punto de referencia de itinerario en tiempo real: la aeronave orbitará un punto seleccionado del mapa, pudiendo elegirse la velocidad y la altura.

⁹ Carga útil: Es el conjunto de sensores utilizados para llevar a cabo la misión. Pueden ser los sensores electroópticos (toma de imágenes diurna y condiciones meteorológicas favorables) sensores IR (toma de imágenes nocturnas o en condiciones meteorológicas adversas o de poca visibilidad mediante la emisión de radiación térmica del ambiente) o radar (SAR).

¹⁰ Elemento de control y exploración: Proporciona el control de la plataforma aérea y de la carga útil, y la explotación de la información captada. Estas dos funciones pueden ser desempeñadas por dos componentes: la estación de control de tierra (GCS) y la estación de explotación de la información (GDT). En los sistemas de menos entidad, el control y la explotación se pueden efectuar desde el mismo elemento.

Tipo de tarjeta operador (DUO)	Clasificación por peso máximo al despegue (MTOW)	Techo aproximado de vuelo sobre el terreno (AGL)	Categoría (Clasificación OTAN) y acrónimo	Ejemplo de aeronave (RPA)	Tipo de empleo	Radio normal de misión
Tipo II	Clase III >600 kg Pesado	65.000 ft / 20.000 m	Combat/Strike UCAV	Reaper	Estratégico	Sin límite (BLOS)
		65.000 ft / 20.000 m	High Altitude Long Endurance HALE	Global Hawk	Estratégico	
		45.000 ft / 14.000 m	Medium Altitude Long Endurance MALE	Heron TP	Organización Operativa Conjunta	
	Clase II >150 y ≤600 kg Medio	10.000 ft / 3.000 m	Tactical TUAV	Searcher MK-III	Mando Componente Terrestre	200 km (LOS)
Tipo I	Clase I ≤150 kg Ligero	5.000 ft / 1.500 m	Small >15 kg	Scan Eagle	División Brigada	50 km (LOS)
		3.000 ft / 900 m	Mini <15 kg	Raven RQ-11 B	Grupo Táctico Compañía	10 km (LOS)
		200 ft / 60 m	Micro Peso <15 kg y potencia <66 Jul	Black Widow	Sección Pelotón	2 km (LOS)

Tabla 1 Clasificación basada en categorías OTAN de RPAS según peso al despegue (MTOW) [11]

Como se puede observar, existen gran cantidad de RPAS de características muy diferentes, y cada uno de ellos será empleado para un tipo de misión específica. Las misiones que realizan los medios RPAS las podemos dividir de manera general en dos:

- Misiones ISTAR¹¹: responden a la obtención de información.
- Misiones de apoyo: incluyendo aquellas misiones que necesitan armamento y/o municiones o las vinculadas a la protección de las fuerzas propias [10].

Centrándose en el empleo de los medios RPAS dentro de la ACTA, se llega a la conclusión de que los medios necesarios para dicha acción serán los medios específicos con capacidad de realizar misiones ISTAR. Además, teniendo en cuenta los sistemas empleados en la localización, adquisición y corrección de fuegos de la ACTA, éstos deberán tener unas capacidades acordes a las misiones realizadas en la UDACTA para integrarse en ella de manera eficaz.

Las capacidades de los RPAS vienen definidas por sus características, siendo los más interesantes para su integración en ACTA los de las clases I Small y II debido a sus alcances y facilidades de personal y logística [12].

Centrándose en los medios RPAS de la clase III, se puede observar que son medios mucho más pesados que el resto, con una autonomía y tamaño mucho mayor y con capacidad de portar armamento para el combate. Estos RPAS son muy eficaces para misiones estratégicas de reconocimiento armado a gran altura sin ser detectados, así como de apoyo a la seguridad o inteligencia. Sin embargo, para la integración en ACTA no son los óptimos ya que, como se definió anteriormente, se busca un medio con otras características [13].

Por otro lado, se podría estudiar los medios de clase I Micro y Mini, pero tampoco cumplen con los requerimientos nombrados debido a su muy corto alcance [14].

Finalmente, se concluye que el estudio se va a centrar sobre los RPAS Small y los de clase II, que son los que más se ajustan al medio óptimo buscado.

¹¹ ISTAR: Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance.

A continuación, se va a realizar un estudio general de la situación actual que representan estos medios en el ET a través de un análisis DAFO. Mediante la creación del mismo se pretende aportar unas nociones de la situación actual de estos medios, de manera que queden patentes las debilidades que estos medios poseen, las amenazas a las que se enfrentan, las fortalezas que suponen y oportunidades que pueden ser aprovechadas por los mismos.

6.1. Análisis DAFO

La matriz DAFO (Debilidades – Amenazas – Fortalezas – Oportunidades) es una herramienta que sirve para analizar la situación de una empresa u organización. Esta matriz analiza por un lado los factores internos de la organización, es decir, llevar a cabo un aprovechamiento de las fortalezas que posean y tener en cuenta sus debilidades para reaccionar frente a ellas, y, por otro lado, los factores externos, es decir, los ajenos a la organización pero que influyen en su desarrollo. En este caso se considerarán las amenazas a las que se pueden enfrentar y se explotarán las oportunidades.

La herramienta utilizada ha sido elegida debido a que es una herramienta visual y lógica para hacer frente a un proyecto como el estudiado desde la base de sus ventajas e inconvenientes.

FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">• Necesidad de personal altamente cualificado• Grandes necesidades de mantenimiento• Integración en el espacio aéreo costosa	<ul style="list-style-type: none">• Vulnerabilidad ante ataques cibernéticos• Necesidad de gran ancho de banda• Falta de reglamentación• Posible rechazo de la opinión pública
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">• Gran alcance de reconocimiento• Seguridad al no portar personal• Autonomía• Flexibilidad de plataformas• Experiencia en despliegue y puesta en servicio en zona de operaciones (3D)¹²	<ul style="list-style-type: none">• Tecnología en gran expansión• Eliminación de limitaciones fisiológicas del ser humano• Puesta en servicio rápida y barata• Cumplimiento de un mayor abanico de misiones

Tabla 2 Análisis DAFO. Elaboración propia.

Debilidades

- La utilización de los medios RPAS supone disponer en la unidad de **personal altamente cualificado**¹³ en dichos medios (mediante cursos), por lo que supone un factor limitante a la hora de poder contar en todo momento con operadores preparados y especializados en este cometido de la misión.

¹² Zona de Operaciones (3D): Este tipo de operaciones (Dull, Dangerous and Dirty) corresponden al concepto de las 3P: persistente, por su gran autonomía de vuelo; peligrosa, con alto riesgo de pérdida de la vida de un piloto si la ejecutara, y poluta, por el trabajo en áreas sucias y contaminadas.

¹³ Actualmente la única unidad que está especializada en el empleo de estos medios y tiene plantilla de personal tanto para su uso como para su mantenimiento es el GAIL. Sería un posible trabajo futuro la creación de más unidades o núcleos en el resto del territorio español para facilitar el empleo de los RPAS en todas las unidades.

- Asimismo, el **mantenimiento** que estos medios necesitan es **muy alto y específico** debido a los materiales y tecnología que utilizan. Se necesita personal cualificado, en este caso de la batería servicios, para llevar a cabo su recuperación y reconstrucción.
- Finalmente, aunque algunos de los RPAS existentes hoy en día ya cuentan con la **certificación necesaria** para poder volar en el **espacio aéreo** sin restricciones, los estudiados en este trabajo necesitarán de un permiso de vuelo específico según cada misión.

Fortalezas

- Una de las características más importantes de estos medios es su **gran autonomía y alcance** (en comparación con los medios de la ACTA) para efectuar vuelos de grandes distancias y durante un gran espacio de tiempo, pudiendo efectuar un reconocimiento mucho mayor del realizado por complejos radares o cámaras desde nuestras posiciones.
- Además, el poder realizar sus diferentes misiones **sin comprometer la vida del personal** a cargo es una de las mayores ventajas que se puede tener, ya que en todo momento pueden ser sustituidos por otro ejemplar igual.
- El **gran abanico en misiones** tanto en terreno propio como en zona de operaciones (ZO), obteniendo en ambas situaciones resultados excelentes, determinan la confianza y seguridad en su empleo.
- Para terminar, los RPAS pueden realizar tanto su despegue como su aterrizaje desde **muy diversas plataformas**, aunque sí es cierto que los de mayor tamaño y peso necesitarán en todos los casos de una pista. Los RPAS estudiados en este trabajo pueden ser lanzados y recogidos de diversas maneras, como veremos más adelante.

Amenazas

- Ante el auge de estos medios, se han llevado a cabo numerosos estudios para hacer frente a los mismos, por lo que la **tecnología anti-RPAS** supone una amenaza constante durante sus misiones.
- Asimismo, el **ancho de banda** que muchos de ellos necesitan es **amplio** debido a los accidentes del terreno, por lo que es una limitación a tener en cuenta.
- La **falta de una normativa nacional** que regule la operación de estos medios del mismo modo que la de las aeronaves tripuladas hace que este sector se pueda quedar retrasado respecto otros países.
- Al igual que el auge de los RPAS ha generado estudios para hacerles frente, también estos medios podrían ser usados en nuestra contra, sobre todo en el mundo civil, atacando por ejemplo nuestra privacidad, por lo que se puede prever un **descontento de la población** al normalizar dichos medios.

Oportunidades

- La **industria nacional** no ha permanecido ajena al desarrollo de los RPAS. Se han realizado avances a través de programas de I+D, o a través de grandes programas como el de la empresa europea EADS, que hace que este sector se esté **consolidando en su crecimiento**.
- La **puesta en servicio**¹⁴ de los medios RPAS que se van a estudiar es menor a los treinta minutos (desde que la unidad ha adoptado el despliegue en la zona asignada hasta que la aeronave se encuentra en el aire) y muchos de ellos son lanzados mediante

¹⁴ Puesta en servicio: Acción dedicada a dejar el material listo para su uso.

lanzaderas o incluso manualmente, disminuyendo de esta forma los costes de su empleo.

- La tecnología RPAS proporciona a las Fuerzas Armadas una **herramienta versátil** para el cumplimiento de misiones de diferente índole, como puede ser el reconocimiento armado o la exploración de ambientes NBQR¹⁵.
- Finalmente, el uso de unos medios con unas características como las que se detallarán más adelante hace que el **abanico de posibilidades** de obtener inteligencia en las operaciones sea mucho mayor, por lo que son capaces de realizar nuevas misiones.

Repasando el punto de partida en el que se encuentra hoy en día la tecnología de los medios RPAS, podemos concluir que la utilización de los mismos para un nuevo propósito como es el estudiado, puede ser muy interesante a la par que eficaz. Por otro lado, habrá que tener en cuenta los posibles problemas que estos pueden presentar, así como las dificultades en su integración en una unidad de ACTA.

7. SISTEMAS RPAS PARA LA INTEGRACIÓN

La búsqueda de los medios óptimos que cumplirían con la integración en ACTA se ha llevado a cabo siguiendo diferentes criterios propuestos por el grupo de expertos. En primer lugar, tres RPAS de los elegidos han sido escogidos para el estudio debido a que están en dotación en el ET, por lo que se facilitaría su uso y recambio dentro de ACTA al tener los mismos medios en nuestro ejército. Por otro lado, tratando de maximizar las capacidades de inteligencia se ha optado por elegir la tecnología de países punteros en el sector, como son Israel o Estados Unidos. Finalmente, dado el buen resultado que el RPAS Scan Eagle está teniendo en la Armada tanto en la Operación Atalanta¹⁶, como en la Operación Sophia¹⁷ o Inherent Resolve¹⁸, se ha escogido un medio de este ejército, cuya colaboración es estrecha con ACTA.

7.1. Searcher MK III

El **Searcher MK III** es un RPAS de clase II utilizado actualmente en el ET, más específicamente en el GAIL 111/63¹⁹. Fabricado por la empresa israelí Israel Aircraft Industries (IAI), fue adquirido por España en 2008, y una vez finalizado el proceso de adaptación fueron desplegados en Afganistán (primavera de 2008), donde se encargó de su mantenimiento la empresa INDRA, instalándole actualizaciones con nuevos sistemas como el T-50 (IFF: identificador amigo-enemigo) o un nuevo sistema de codificación [15]. Destaca que para el uso y mantenimiento de las cuatro aeronaves del sistema se necesita una tripulación de 36 efectivos [16].

Está fabricado con materiales que reducen su detección radar. Asimismo, puede transmitir imágenes en tiempo real y actuar como relé de comunicaciones, ampliando así la distancia de reconocimiento hasta los 350 km con el empleo de otra aeronave.

¹⁵ Ambiente NBQR: Dícese de aquella zona de terreno que ha sufrido la amenaza o el ataque de un actor nuclear, biológico, químico o radiológico.

¹⁶ Operación Atalanta: “La EU NAVFOR Somalia, también llamada Operación Atalanta, es una operación militar de lucha contra la piratería en el mar frente al Cuerno de África y el Océano Índico occidental, puesta en marcha en diciembre de 2008.” [34]

¹⁷ Operación Sophia: “La EUNAVFOR MED Operación Sophia es una operación militar de la Unión Europea en el Mediterráneo central meridional, frente a las costas libias, para luchar contra las redes de tráfico de personas, prevenir flujos de migración irregular y evitar que muera más gente en el mar, puesta en marcha en 2015.” [35]

¹⁸ Operación Inherent Resolve: Operación iniciada en 2014 y liderada por Estados Unidos en la que actúa una coalición militar para hacer frente al Estado Islámico.

¹⁹ (Grupo de Artillería de Adquisición y Localización) del MACA (Mando de Artillería de Campaña).

En su carga útil puede integrar una optoelectrónica estándar con capacidad de visión tanto diurna como nocturna o un radar de apertura sintética²⁰. El enlace a la estación de control de tierra lo realiza mediante enlace de datos (data link) [17].

Autonomía	14 horas	
Alcance	200 km	
Techo de servicio	6100 m	
MTOW	435 kg	
Despegue/Aterrizaje	Pista	
Tamaño	Longitud: 5.850 m	
	Envergadura: 8.550 m	

Tabla 3 Características técnicas. RPAS Searcher MK III. Elaboración propia.

7.2. Atlantic

El **Atlantic** es un medio RPAS de tipo I Small especializado en misiones ISTAR fabricado por la empresa SCR (Sistemas de Control Remoto). Actualmente está en proceso de ser autorizada su adquisición en el ET (está asignado en la unidad GAIL II/63 bajo contrato experimental de uso, ya que el personal ha sido formado para poder operarlo) al enmarcarse en el proyecto RAPAZ²¹. Por su simplicidad y fiabilidad solo son necesarios dos operadores para ponerlo en funcionamiento (el piloto y el operador de la carga útil). Trabaja de forma autónoma una vez se encuentra en el aire y en caso de accidente, dispone de un paracaídas para su recuperación [18].

En cuanto a sus características cabe destacar que dispone de una carga útil en la que se pueden integrar sensores EO/IR, radioeléctricos, radares SAR, telémetros y altímetros láser. La cámara²² embarcada en la aeronave es capaz de seguir objetivos a grandes alturas con gran precisión en el posicionamiento y calidad de imagen. A través del autopiloto se pueden ejercer todas las funcionalidades que posee (cambiar entre sensores, zoom, diferentes modos de la cámara, manejo de la misma...).

Por otro lado, este RPAS tiene unas limitaciones que han de tenerse en cuenta para su posible integración en ACTA, como la necesidad de una pista de 550mx16m para su aterrizaje y la imposibilidad de realizar su misión de manera óptima ante condiciones climatológicas adversas como lluvia y/o tormenta [19].

²⁰ Radar de apertura sintética: Un radar de apertura sintética (SAR: Synthetic aperture radar) es un radar que procesa la información capturada por diferentes barridos de la antena recreando un barrido virtual para la obtención de información.

²¹ Proyecto RAPAZ: Proyecto lanzado por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) del Ministerio de Defensa con el objetivo de evaluar los RPAS de Clase I desarrollados por la industria nacional con el fin de conocer sus capacidades reales en misiones ISTAR y de cara a una posible adquisición en el futuro. Este proyecto pone en contacto a los usuarios con los fabricantes, de tal manera que permite recoger requisitos de primera mano y adaptar las plataformas a las necesidades reales de las unidades operativas.

²² Cámara Atlantic: Una cámara modelo OTUS-U135

Autonomía	5 horas	
Alcance	130 km	
Techo de servicio	12000 m	
MTOW	50 kg	
Despegue/Aterrizaje	Lanzadera/Pista	
Tamaño	Longitud: 2.800 m	
	Envergadura: 3.800 m	

Tabla 4 Características técnicas. RPAS Atlantic. Elaboración propia.

7.3. Fulmar

El **Fulmar** es un RPAS de tipo I y categoría Small diseñado y producido por Thales España en colaboración con la empresa madrileña Wake Engineering.

Fue entregado por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) al ET en noviembre de 2018 y actualmente se encuentra en dotación proporcionando las necesidades de inteligencia en la Brigada Aragón I, en disposición de ser desplegado en ZO cuando se estime oportuno [20]. Este sistema ha estado operativo en Malasia realizando labores de vigilancia fronteriza y en Australia.

Entre sus características destaca que solo son necesarios 3 operadores para ponerlo en funcionamiento y que puede estar preparado para el despegue en un tiempo menor a 30 minutos. Dispone de una plataforma de despegue apta tanto para plataformas navales como desde tierra, y una red de aterrizaje (de amplias dimensiones y altura, elevada gracias a dos globos que posee) contra la que intercepta para realizar su aterrizaje. También posee un paracaídas para realizar un aterrizaje de emergencia en caso de que fuera necesario.

Además, dentro de su carga útil se encuentra un sistema gimbal²³ que permite una perfecta estabilización de la cámara²⁴, logrando de este modo obtener imágenes de objetivos tanto fijos como móviles con una gran calidad. Asimismo, puede obtener imágenes tanto diurnas como nocturnas y realizar seguimiento de objetivos [21].


Autonomía	7 horas	
Alcance	90 km	
Techo de servicio	3000 m	
MTOW	20 kg	
Despegue/Aterrizaje	Lanzadera/Red	
Tamaño	Longitud: 1.438 m	
	Envergadura: 3.065 m	

Tabla 5 Características técnicas. RPAS Fulmar. Elaboración propia.

7.4. Orbiter 3

El **Orbiter 3** es un RPAS fabricado por la empresa israelí Aeronautics y se encuentra actualmente (desde febrero de 2019) en dotación en el ET, pensado para dotar a las compañías de inteligencia de las Brigadas. Es un sistema probado en combate, con más de 200.000 horas de vuelo y utilizado por ejércitos de todo el mundo. Tiene un gran prestigio en

²³ Sistema gimbal: Se trata de un sistema compuesto por dos ejes giro-estabilizados que permite la estabilización de la cámara aun cuando está este en un sistema que este en movimiento.

²⁴ Cámara Fulmar: La cámara EO que posee el sistema Fulmar es una Hitachi DISC120, mientras que la IR es una Flir TAU2.

misiones ISTAR debido a la calidad de su carga útil, la robustez del enlace de datos y la mínima huella sonora del motor eléctrico que posee. Este RPAS, además, es el sustituto de la labor realizada hasta 2018 por el RPAS Scan Eagle en ZO (ya ha sido desplegado en Irak en la operación Inherent Resolve) [22].

Entre sus características cabe destacar su capacidad para trabajar en condiciones de denegación de señal GPS y su gran calidad de imagen. Está diseñado para integrar en su carga útil una cámara²⁵ de altas prestaciones. Además, tiene un despegue muy rápido (siete minutos para su lanzamiento) y es muy silencioso [23].

Por otro lado, puede garantizar una continua vigilancia gracias a que se pueden operar dos aeronaves al mismo tiempo desde la misma estación en tierra, realizando un relevo entre las mismas. Finalmente, para su despegue posee una lanzadera que se encuentra en un vehículo adaptado, aportándole gran flexibilidad. Su recuperación se realiza mediante el despliegue automático desde la parte inferior del fuselaje de un paracaídas junto con unas protecciones inflables en la parte superior del fuselaje de la aeronave, destacando que cae con la carga útil hacia arriba para evitar ser dañada. Además, es posible su aterrizaje en una embarcación mediante red [24].

Autonomía	7 horas	
Alcance	150 km	
Techo de servicio	5500 m	
MTOW	32 kg	
Despegue/Aterrizaje	Lanzadera/Paracaídas	
Tamaño	Longitud: 1.500 m	
	Envergadura: 4.300 m	

Tabla 6 Características técnicas. RPAS Orbiter 3. Elaboración propia.

7.5. Scan Eagle

El **Scan Eagle** es un RPAS de tipo I de fabricación americana creado por la empresa Boeing Insitu y utilizado por la Armada Española desde el 2015. Tiene gran experiencia en ZO, realizando misiones ISTAR y completando más de 1000 horas de vuelo en la misión Inherent Resolve contra el terrorismo en Irak. Además de esta misión, en la que el RPAS desplegaba desde el suelo teniendo que hacer frente a las amenazantes tormentas de arena, ha realizado múltiples misiones en el Cuerno de África en la misión Atalanta, en la lucha contra la piratería, donde desplegaba desde un buque de la flota [25].

Entre sus características, se puede destacar su despegue desde lanzadera, apto tanto para plataformas navales como desde tierra, y su curioso pero eficaz sistema de aterrizaje "Skyhook", consistente en un cable al cual se engancha una de sus alas mediante GPS. Además, si a esto se le suma su facilidad de manejo, la gran autonomía que posee y la excelente calidad de las imágenes adquiridas, nos encontramos ante un medio muy versátil con características más que suficientes para el cumplimiento de las misiones requeridas por la ACTA. Por otro lado, dispone de sistemas de mando y control y Data Link a tiempo real encriptados para ofrecer una mayor seguridad en las comunicaciones.

²⁵ Cámara Orbiter 3: Posee una cámara Dual EO/IR, T-STAMP, configurada por un multisensor estabilizado con cámara diurna de zoom continuo, módulo nocturno FLIR (Forward Looking Infrared) y designador láser.

En su carga útil se puede integrar tanto una cámara EO/IR capaz de cambiar su modo de funcionamiento en pleno vuelo, como una cámara diurna²⁶ con una extraordinaria resolución, con 170 aumentos, capaz de leer la matrícula de un vehículo a 3000 metros de altitud [26][27]. Consúltese anexo A. Con esto, la carga útil que posee este sistema puede transmitir imágenes tanto diurnas como nocturnas en tiempo real a su estación de control en tierra a más de 100 km de distancia, y su tiempo de puesta en vuelo es de unos 10 minutos [28].

Finalmente, hay que añadir que está en proceso de construcción el montaje de una nueva sección de control y un simulador de vuelo para perfeccionar la instrucción de los operadores en la Armada.

Autonomía	20 horas	
Alcance	100 km	
Techo de servicio	6000 m	
MTOW	22 kg	
Despegue/Aterrizaje	Lanzadera/Skyhook	
Tamaño	Longitud: 1.500 m	
	Envergadura: 3.200 m	

Tabla 7 Características técnicas. RPAS Scan Eagle. Elaboración propia.

8. COMPARATIVA

Una vez realizado el estudio previo de los medios RPAS seleccionados, se va a realizar una comparativa de todos ellos para seleccionar el RPAS óptimo que será integrado en la UDACTA.

Para ello, se ha elegido una herramienta comparativa (matriz de decisión) en la que, analizando las características más importantes de los RPAS y las cualidades que más interesan tanto a los operadores de los mismos como a los integrantes de los medios de adquisición, localización y corrección de fuegos de ACTA, se puntuarán los medios obteniendo un resultado. Consúltese anexo B. Estas cualidades han sido obtenidas entrevistando a un grupo de expertos con gran experiencia en su utilización. Consúltese anexo C.

²⁶ Cámara Scan Eagle: Por un lado, la cámara diurna es la EO900 que combina la precisión de la imagen EO con la alta definición del telescopio que posee. Por otro lado, la cámara dual es una cámara que combina las capacidades de obtención de imágenes electroópticas e infrarrojas.

	CRITERIOS DE DECISIÓN (1-9)	Autonomía (horas)	Alcance (km)	Facilidad despegue y aterrizaje	Respuesta ante condiciones climatológicas adversas	Logística	Tiempo en ponerlo en funcionamiento (min)
PONDERACIONES		9	7	8	7	5	6
	Características	14	200	Pista	Mala	Muy Alta	20
	Puntuación	0,8	0,9	0,2	0,25	0,1	0,75
Searcher MK III	Resultados	7,2	6,3	1,6	1,75	0,5	4,5
	Características	5	130	Lanzadera/Pista	Mala	Alta	15
	Puntuación	0,4	0,8	0,5	0,25	0,4	0,8
Atlantic	Resultados	3,6	5,6	4	1,75	2	4,8
	Características	7	90	Lanzadera/Red	Mala	Media	30
	Puntuación	0,6	0,6	0,7	0,25	0,6	0,7
Fulmar	Resultados	5,4	4,2	5,6	1,75	3	4,2
	Características	7	150	Lanzadera/Paracaídas	Buena	Baja	10
	Puntuación	0,6	0,8	0,9	0,75	0,8	0,9
Orbiter 3	Resultados	5,4	5,6	7,2	5,25	4	5,4
	Características	20	100/150	Lanzadera/Skyhood	Buena	Media	10
	Puntuación	1	0,8	0,75	0,75	0,7	0,9
Scan Eagle	Resultados	9	5,6	6	5,25	3,5	5,4
							34,75

Tabla 8 Matriz de decisión para la elección del RPAS óptimo. Elaboración propia.

Como se ha descrito anteriormente, las cualidades elegidas de los RPAS han sido seleccionadas por personal experto y con gran experiencia en el empleo de las aeronaves y de los medios de ACTA. Seguidamente, se va a explicar cada criterio por separado y comentar los resultados obtenidos en las diferentes estrategias.

- La **autonomía** de los medios ha sido calificada como el criterio más importante según los expertos debido a que cuanto más tiempo pueda estar la aeronave en el aire, más información se puede analizar y más espacio podrá recorrer, realizando las misiones ISTAR en un entorno marítimo más amplio. En este aspecto el RPAS con mayor autonomía ha sido el Scan Eagle, que a pesar de su tamaño y peso puede estar 20 horas en vuelo cumpliendo la misión encomendada. El Searcher MK III puede estar hasta 14 horas en vuelo, lo que le hace ser también interesante en este criterio. Finalmente, nos encontramos con los otros tres RPAS de clase I Small, igual que el Scan Eagle, que tienen una autonomía más reducida debido a su tamaño.
- La **facilidad tanto en el despegue como en el aterrizaje** es el siguiente criterio mejor valorado por el grupo de expertos. Su explicación se halla en que, dentro de la UDACTA, los medios RPAS no deben suponer una carga a la hora de seleccionar el lugar para el despliegue óptimo de la misma. De esta forma, es necesario que tanto el despegue como el aterrizaje sean dinámicos y sencillos. En el caso del Searcher MK III, se encuentra ante la limitación de necesitar una pista de amplias dimensiones tanto para su lanzamiento como para su aterrizaje. El Atlantic, también necesita una pista para su aterrizaje lo que limitaría el despliegue. El Fulmar por su parte, dispone de una red de gran tamaño contra la que el RPAS impacta sin sufrir apenas daños en el fuselaje, por lo que se adaptaría correctamente al despliegue de la UDACTA, a pesar de tener que disponer de un espacio para la colocación de la red. Finalmente, el Orbiter 3 y el Scan Eagle cuentan ambos con sistemas de lanzamiento por catapulta, pero su aterrizaje lo hacen de una forma más acorde a las exigencias de la UDACTA. Por un lado, el Orbiter 3 dispone de un paracaídas y unas protecciones inflables en su fuselaje que le permiten aterrizar en una zona llana sin medios ni daños en su ejecución, por lo que no tiene las restricciones de una zona de seguridad ni la limitación de una senda de planeo libre de obstáculos como la que necesita el aterrizaje por red o por cable. Además, en caso de emergencia se tiene mucho menor margen de maniobra por si hubiera que cambiar el punto de recuperación, que en el caso del paracaídas no se da. Por otro lado, el Scan Eagle cuenta con un cable colgado de una grúa portátil que por un sistema de GPS guía a la aeronave haciendo que este enganche una de sus alas y quede sujeta en el aire, evitando así disponer de una zona amplia para su aterrizaje y sin sufrimientos en su fuselaje al realizarse por este método, aunque sí es necesario más medios para su colocación o transporte. A la vista de los resultados, queda patente que en este criterio el Orbiter 3 parte con ventaja respecto al resto de RPAS.
- El **alcance** en el que puede operar una aeronave respecto de su estación de control de tierra y transmitir imágenes en tiempo real tiene gran importancia ya que es una de las limitaciones principales de ACTA. Si bien es cierto que un alcance mayor de 100 km no supondría una mejora ya que los medios de adquisición de objetivos y las bocas de fuego no llegan a esos límites. En este criterio todos los medios cumplen con las necesidades requeridas en la UDACTA, aunque el Fulmar podría quedarse corto en algunas situaciones, por lo que ha obtenido una puntuación menor.
- La respuesta de los medios RPAS ante **condiciones climatológicas adversas** tiene la misma importancia que el alcance, debido a que, con éstas, la UDACTA está más limitada en la identificación de objetivos, debido a las limitaciones de los medios de los que dispone. El Searcher MK III no cumple esta condición ya que después del tiempo que estuvo de pruebas en Afganistán, se llegó a la conclusión de que no puede volar

en condiciones de lluvia, gran humedad o vientos de mayor intensidad. El Atlantic y el Fulmar tampoco cumplen con este criterio ya que ante situaciones de lluvia o tormentas no pueden cumplir su misión. Por su parte, el Orbiter 3 es capaz de volar en el interior de nubes y en condiciones de humedad y lluvias moderadas, por lo que sería óptimo para su empleo en la UDACTA. Igualmente, el Scan Eagle puede volar en condiciones de lluvia moderada y humedad, además de poder realizar su misión en zonas desérticas como en Irak, donde después de ser implementados algunos cambios, pudo cumplir la misión encomendada de manera óptima. Por otro lado, gracias a su combustible JP5 es capaz de trabajar en condiciones de frío extremo (-16º)[29]. Como resultado de este criterio se concluye que los dos únicos medios que cumplen con lo requerido son el Orbiter 3 y el Scan Eagle.

- La **logística** necesaria para el empleo de los medios RPAS es un criterio a tener en cuenta ya que para su puesta en vuelo es necesario material específico y personal formado en su empleo, lo que dificulta su integración en cualquier organización. En este criterio se ha tenido en cuenta desde los medios necesarios para el despegue y aterrizaje, contando las zonas y pistas a utilizar, pasando por el personal necesario para poner en funcionamiento la aeronave y el empleo de las cámaras, hasta los vehículos, combustibles o recambios a utilizar. El resultado obtenido ha sido en base a que el Orbiter 3 tiene tanto baterías eléctricas que le evita depender de almacenar y adquirir combustible, como facilidad de medios en el despegue y aterrizaje. En el caso del Scan Eagle y del Fulmar, ambos tienen medios necesarios para su aterrizaje y utilizan combustible para su funcionamiento lo que supone más restricciones. En Atlantic, al necesitar una pista de aterrizaje, hace que su empleo sea más complicado, si bien es cierto que para su operación solo necesita de dos operadores. Finalmente, el Searcher MK III requiere de una pista de grandes dimensiones tanto para el despegue como el aterrizaje y necesita gran cantidad de personal para su puesta a punto y posterior operación.
- Para terminar, el **tiempo de puesta en funcionamiento** es un criterio importante para poder cumplir la misión, ya que se necesita rapidez en la adquisición e identificación de las trazas. En este ámbito todos bajan de los 30 minutos por lo que superan las expectativas y serían óptimos para ser integrados en la UDACTA.

A la vista de los resultados, se concluye que tanto el Scan Eagle como el Orbiter 3 son medios óptimos para su integración en la UDACTA.

Como puntos a favor del Scan Eagle, se encuentra que tiene gran experiencia en misiones ISTAR realizadas en entorno marítimo, y que posee una autonomía mucho mayor, lo que le da mayor tiempo de vigilancia. Asimismo, la Armada Española lo tiene en dotación y, puesto que realiza continuas colaboraciones con la UDACTA, supone una gran ventaja poseer el mismo medio RPAS, ya que, en el futuro, podría aterrizar en una de sus embarcaciones si fuese necesario, o incluso tener un sistema de mando y control conjunto.

Por otro lado, el Orbiter 3 tiene la ventaja de un aterrizaje más dinámico, sin la necesidad de medios para el mismo. Este aterrizaje posee la ventaja de que, en caso de accidente o necesidad, pueda ser en un lugar alternativo, aportándole gran flexibilidad. Además, el empleo de su motor eléctrico lleva aparejado dos ventajas destacables. En primer lugar, la aeronave tiene una menor firma sonora y por lo tanto es más difícil de detectar, pudiendo realizar un vuelo a menor altura, y, en segundo lugar, tiene una ventaja desde el punto de vista logístico al no depender de suministro de combustible [23].

Después del análisis realizado sobre ambas aeronaves, debido a la ventaja que posee el Scan Eagle en autonomía y en la gran experiencia tanto en misiones realizadas desde buques como desde tierra (véase el caso de la misión de Irak), se opta por elegirlo como medio RPAS óptimo para la integración en la UDACTA. Además, de cara al futuro, esta integración puede suponer un gran éxito para las operaciones conjuntas si el relevo del sistema Hércules es el

SCOMBA²⁷[7], ya que podrían utilizar los mismos medios desde embarcaciones o desde tierra según conviniese y facilitar las operaciones conjuntas. Finalmente, hay que añadir que son muchos los países que tienen entre sus medios este sistema, como Estados Unidos, Reino Unido o Australia [30].

9. ANÁLISIS DE RIESGOS

Una vez seleccionado el RPAS Scan Eagle, es imprescindible estudiar los posibles riesgos a los que se va a exponer la UDACTA NFC-1 con su integración. De igual modo, se debe analizar cada uno de ellos, cuantificarlos y evaluarlos, por lo que se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo y cualitativo de las posibles contingencias que pudieran surgir. Con este análisis se aporta un dato objetivo de la viabilidad del proyecto que se desarrolla. Consúltase anexo D.

²⁷ SCOMBA: Sistema de combate de la Armada desarrollado por NAVANTIA que podría resolver los problemas planteados de integración e interoperabilidad que presenta el sistema Hércules y aportaría la solución a la obsolescencia y nuevas funcionalidades, necesarias en la evolución del mismo (HÉRCULES +). Tiene la ventaja de estar ya desarrollado y probado y es interoperable a través de LINK.

Análisis de riesgos									
Centro Universitario de la Defensa Zaragoza			Integración del SCAN EAGLE en la UDACTA NFC-1		Equipo:	Fco. Javier Ruiz Gazulla			
Evaluación de riesgos									
ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (bajo, medio, alto)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida para solucionarlo	Clase riesgo tras implementar medida
1	Captura del RPA por el enemigo	Planificación	Mala inteligencia previa al despegue de la aeronave	H	3	3H	Pérdida de una aeronave, inteligencia adquirida por el enemigo y pérdida de datos sensibles	Planeamiento previo muy detallado y tener la máxima información acerca del posible enemigo al que se enfrenta	1M
2	Rechazo de la opinión pública	Físico	Posible rechazo ante el pensamiento de violación de su privacidad	M	2	2M	Imposibilidad de volar por zonas con gran tránsito de embarcaciones civiles	Dar a conocer a la sociedad española las operaciones que se realizan y concienciarles de la importancia de los cometidos	1L
3	Fallo en el posicionamiento del RPAS	Técnico	Mal funcionamiento del sistema	H	2	2H	Errores en la corrección de fuegos	Realización de pruebas de vuelo previas y aumentar las comprobaciones previas al despliegue	1M
4	Caída del RPAS	Técnico	Condiciones climatológicas adversas	H	2	2H	Pérdida material y coste económico	Ante muy malas condiciones climatológicas limitar el despliegue de estos medios lo máximo posible	1M
5	Imposibilidad de ser utilizado	Planificación	Espacio aéreo saturado por uso masivo de aeronaves	H	1	1H	Gran pérdida de información	Realizar planificación y solicitud de permisos previos a la operación para contar con espacio de vuelo suficiente	1M
6	Imposibilidad de recabar información	Técnico	Ataques cibernéticos por parte del enemigo	M	1	1M	Imposibilidad de transmitir las imágenes a la GDT	Volar a mayor altura para evitar ser detectados	1M
7	Agotamiento de combustible en vuelo	Recursos	Mala planificación de la misión o posibles imprevistos que obliguen a cambiar la ruta	M	1	1M	Pérdida material y coste económico	Despegue del RPAS siempre con más de medio depósito como mínimo	1L
8	Imposibilidad de cambiar la cámara EO/IR en vuelo	Técnico	Problemas técnicos de la aeronave y mal mantenimiento de la misma	L	1	1L	Imposibilidad de obtener información al cambiar las condiciones climatológicas	Realización de pruebas de vuelo previas y aumentar las comprobaciones previas al despliegue	1L
9	Falta de personal para realizar la misión	Recursos	Mala planificación y gestión del personal	L	2	2L	Limitación en el uso de las aeronaves	Creación de la plantilla con mucha anterioridad a la operación para tener en cuenta imprevistos	1L
10	Imposibilidad de transmisión de datos a PCUDACTA	Técnico	Mala configuración de los sistema de datos	L	1	1L	Imposibilidad de analizar la información del RPAS	Trasladar la GDT al PCUDACTA/ Transmitir la información por otro medio	1L

Tabla 9 Análisis de riesgos de la integración del Scan Eagle en la UDACTA NFC-1. Elaboración propia.

A la vista del análisis realizado se pueden extraer las siguientes consideraciones:

- El estudio previo de la zona donde se va a llevar a cabo el despliegue, la obtención de inteligencia por parte de células superiores o el estudio de rutas de vuelo alternativas tendrán gran importancia para evitar muchos de los riesgos expuestos.
- Es de vital importancia realizar un mantenimiento exhaustivo del material y comprobarlo antes de cada una de las operaciones de vuelo para asegurarse el correcto funcionamiento de todos sus elementos.
- La gestión del material y del personal, así como las solicitudes del espacio aéreo suponen del mismo modo una tarea importante para el jefe de la unidad RPAS.

Tras el análisis efectuado se considera que la integración del RPAS Scan Eagle dentro de la UDACTA NFC-1 es viable y muy positiva, y que, sin duda, realizando las medidas anteriormente mencionadas, logrará complementar las funciones de ACTA y aumentar la vigilancia de la RMP asignada.

10. INTEGRACIÓN DENTRO DE LA UDACTA NFC-1

La preparación y certificación de la UDACTA NFC-1 supone la actividad más importante de la ACTA ya que está enmarcada en el ámbito de las operaciones de la FC (Fuerza Conjunta). En este ámbito, se establecen tres bloques del NFC (Núcleo de Fuerza Conjunta) según el tipo de operaciones para las que estén asignadas.

- El NFC-1 responde a las misiones permanentes relacionadas con la Defensa Nacional, tales como vigilancia marítima, defensa aérea, ciberdefensa, inteligencia, colaboración con Autoridades Civiles, etc.
- El NFC-2 responde a las misiones de reacción, materializadas en actuaciones fuera del territorio nacional, bajo mando nacional o como parte de una fuerza combinada.
- El NFC-3 responde a la actuación, en combinación con otros ejércitos aliados, en escenarios de alta intensidad limitado en el tiempo, o de baja/media, de duración sostenida.

La UDACTA NFC-1 está orientada a cumplir operaciones conjuntas permanentes que pueden abarcar desde una vigilancia rutinaria de la costa hasta una crisis de leve intensidad²⁸. De esta manera, la UDACTA NFC-1 debe estar capacitada para ser empleada en todo lugar y momento dentro del territorio nacional en el menor tiempo posible, manteniendo la capacidad de acción conjunta y colaboración con otras entidades de las FAS [6].

Esta nueva adquisición supondrá un progreso en el marco de operaciones conjuntas ya que la Armada dispone del mismo, lo que sin duda será explotado por las FAS [14]. La integración del Scan Eagle en este tipo de operaciones supone el estudio de diversos factores para lograr la óptima complementación con la ACTA:

En cuanto a **la toma de información a través de imágenes**, el Scan Eagle tiene la gran ventaja de poder cambiar de cámara EO/IR durante el vuelo, por lo que en caso de malas condiciones de visión puede usar una u otra. Además, posee una cámara EO900 con un telescopio de hasta 170 aumentos, capaz de leer la matrícula de un coche a una altura en

²⁸ La UDACTA NFC-1 fue activada del 11 al 17 de junio de 2018, desplegando sus diferentes elementos entre los términos municipales de San Roque y La Línea de la Concepción, en la provincia de Cádiz, para integrarse en el Mando de Vigilancia y Seguridad Marítima (MVSM) [5].

vuelo de 3000 metros, proporcionándole mayor protección frente a posibles ataques. Consúltese Anexo A.

Por otro lado, es destacable que cuenta con la posibilidad de ser lanzado y recogido en lugares diferentes, por lo que podría aterrizar incluso sobre buques de la Armada (mediante el sistema Skyhook), aportándole gran flexibilidad y versatilidad.



Ilustración 7 Sistema de aterrizaje Skyhook [29]

La toma de imágenes en tiempo real por parte del Scan Eagle es analizada por los operadores de la GDT y será transmitida al puesto de mando de la UDACTA (PCUDACTA) para realizar la identificación de las embarcaciones localizadas y las posibles correcciones de acciones de fuego, estando ambos permanentemente enlazados vía datos y fonía. Esta comunicación deberá ser interoperable con las fuerzas del escalón superior y las unidades colaterales, siendo capaces de soportar los diferentes protocolos de enlace automático de datos (ADL²⁹) para la integración. La comunicación podría ser mediante el empleo de sistemas data link (sistemas de comunicaciones para realizar la integración de la gestión de la batalla), que permiten materializar una malla de comunicaciones para el control de defensa de costas y el enlace de los sistemas de armas y sus centros de control. Existen diferentes sistemas de datos: Link 11 B, Link 16, y Link 22.



Ilustración 8 Presentación de la información recogida por RPA [10]

²⁹ Con carácter general, los sistemas ADL que se emplean en el nivel táctico reciben el nombre de enlaces de datos tácticos (TDL: Tactical Data Link).

El protocolo de comunicación Link 11B es el utilizado por el POVIL para integrarse en ACTA, por lo que se puede estudiar la integración del Scan Eagle mediante el Link 16 si se desarrollan unos módulos adicionales. El protocolo Link 16 es óptimo para este caso debido a la modernización que va a sufrir la sección de transmisiones de ACTA, enlazando con otras estructuras operativas (fundamentalmente la Armada). Además, este enlace de datos tiene un funcionamiento en red operando en salto de frecuencias, con claves de cifrado, que le proporciona mayor seguridad [31].

Como alternativa a la transmisión de videos e imágenes en tiempo real por parte del Scan Eagle al PCUDACTA con el protocolo Link 16, existe la opción de transmisión de datos mediante red de datos (dirección IP) o por un sistema de recepción de vídeo en ordenadores cifrados.

Por otro lado, la integración de este medio en la UDACTA supone **la creación de un nuevo núcleo** que deberá contar con personal cualificado tanto en su empleo como en su mantenimiento de primer escalón³⁰. Para ello, se necesitará contar con las instalaciones adecuadas³¹ (podrían situarse en el Acuartelamiento de Punta Camarinal³²) y con una amplia plantilla de personal con la formación adecuada. El curso de formación para el empleo básico del Scan Eagle (empleo de los medios de la carga útil y su despegue y aterrizaje) se realiza en Estados Unidos y tiene una duración de 4 meses. El curso de mantenimiento de estos RPAS tiene una duración de 6 semanas. Sin embargo, se ha pensado realizar colaboraciones con la Armada para conseguir un aprendizaje más rápido y eficaz.

Para la realización de una misión de vuelo, el Scan Eagle solo necesita de 1 operador piloto para realizar tanto el despegue como el aterrizaje y 2 operadores en tierra para controlar la GCS (operadores de cámaras y adquisición y transmisión de información). Del mismo modo, se suele trabajar con 2 suboficiales auxiliares de la maniobra y 3 personas de tropa para apoyo, además de los conductores de los vehículos necesarios y del personal de mantenimiento.

Así, la unidad de RPAS constará de:

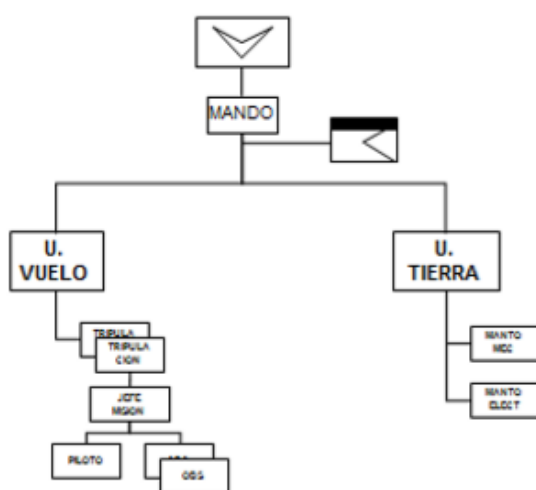


Ilustración 9 Organigrama de una Unidad RPAS [16]

³⁰ Mantenimiento de primer escalón: Es el mantenimiento que debe realizar el usuario para tener su material en condiciones óptimas de uso.

³¹ Hangares cerrados donde poder realizar el mantenimiento de las aeronaves, ya que poseen electrónica sensible.

³² Acuartelamiento donde se encuentra la BLIO (Batería de localización e información de objetivos) que posee los medios de localización e identificación de objetivos POMO y RAE.

A continuación, se muestra una tabla que recoge una posible plantilla de la unidad:

Número	Subunidad	Núcleo	Puesto táctico	Empleo
1	MANDO	MANDO	JEFE DE UNIDAD	CTE
2	MANDO	PLMM	2º JEFE UNIDAD	CAP
3	MANDO	PLMM	JEFE EQUIPO	SUBOFICIAL
4	MANDO	PLMM	CONDUCTOR/AUXILIAR	TROPA
5	U. VUELO	EQUIPO VUELO 1	JEFE MISIÓN	TTE/STTE/BG
6	U. VUELO	EQUIPO VUELO 1	OPERADOR VUELO RPA	SUBOFICIAL
7	U. VUELO	EQUIPO VUELO 1	OPERADOR CARGA ÚTIL	SUBOFICIAL
8	U. VUELO	EQUIPO VUELO 1	OP. ANALISTA IMÁGENES	SUBOFICIAL
9	U. VUELO	EQUIPO VUELO 1	AUX. OPERADOR	TROPA
10	U. VUELO	EQUIPO VUELO 2	JEFE MISIÓN	TTE/STTE/BG
11	U. VUELO	EQUIPO VUELO 2	OPERADOR VUELO RPA	SUBOFICIAL
12	U. VUELO	EQUIPO VUELO 2	OPERADOR CARGA ÚTIL	SUBOFICIAL
13	U. VUELO	EQUIPO VUELO 2	OP. ANALISTA IMÁGENES	SUBOFICIAL
14	U. VUELO	EQUIPO VUELO 2	AUX. OPERADOR	TROPA
15	U. TIERRA	MANDO	JEFE U. APOYO Y MANTO	SUBOFICIAL
16	U. TIERRA	EQ. TÉCNICOS MECÁNICOS	TÉCNICO MECÁNICO	SUBOFICIAL
17	U. TIERRA	EQ. TÉCNICOS MECÁNICOS	TÉCNICO MECÁNICO	CABO 1
18	U. TIERRA	EQ. TÉCNICOS MECÁNICOS	TÉCNICO MECÁNICO	TROPA
19	U. TIERRA	EQ. TÉCNICOS ELECTRÓNICOS	TÉCNICO ELECTRÓNICO	SUBOFICIAL
20	U. TIERRA	EQ. TÉCNICOS ELECTRÓNICOS	TÉCNICO ELECTRÓNICO	CABO 1
21	U. TIERRA	EQ. TÉCNICOS ELECTRÓNICOS	TÉCNICO ELECTRÓNICO	TROPA
22	U. TIERRA	OFICINA DE CONTROL	JEFE OFICINA	SUBOFICIAL/ CABO 1
23	U. TIERRA	OFICINA DE CONTROL	AUX/CONDUCTOR	TROPA

Tabla 10 Posible plantilla RPAS Scan Eagle. Elaboración propia.

Asimismo, se deberá tener en consideración la adquisición y almacenamiento del **combustible** utilizado para su funcionamiento, el JP5³³. El Scan Eagle cuenta con un depósito de 4.3 kg de combustible que le permite estar más de 20 horas en vuelo [29]. Asimismo, el empleo de los RPAS Scan Eagle supone la necesidad de poseer los repuestos necesarios para su uso y recambio en todo momento, estando siempre operativo y a disposición de la UDACTA.

Finalmente, la **dependencia orgánica** dentro del Regimiento podría situarse en la BLIO (Batería de localización e información de objetivos), ya que va a suponer un medio de obtención de inteligencia muy importante y tendría su lugar de trabajo en dicho acuartelamiento. De este modo, la unidad de RPAS estará enmarcada en el núcleo de Tarifa dentro del Regimiento:

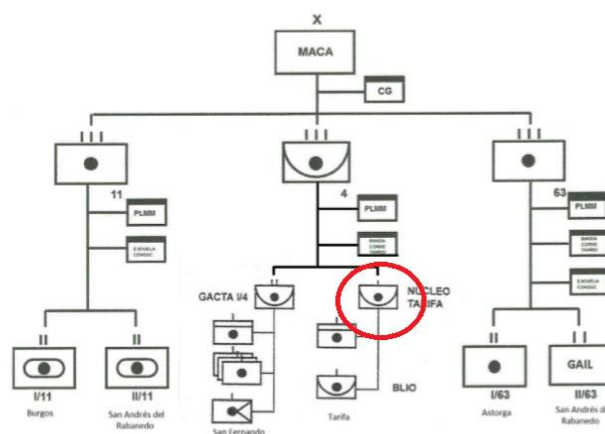


Ilustración 10 Organigrama MACA. Integración de unidad RPAS en la BLIO [3]

Y dentro del módulo de inteligencia en la organización de la UDACTA

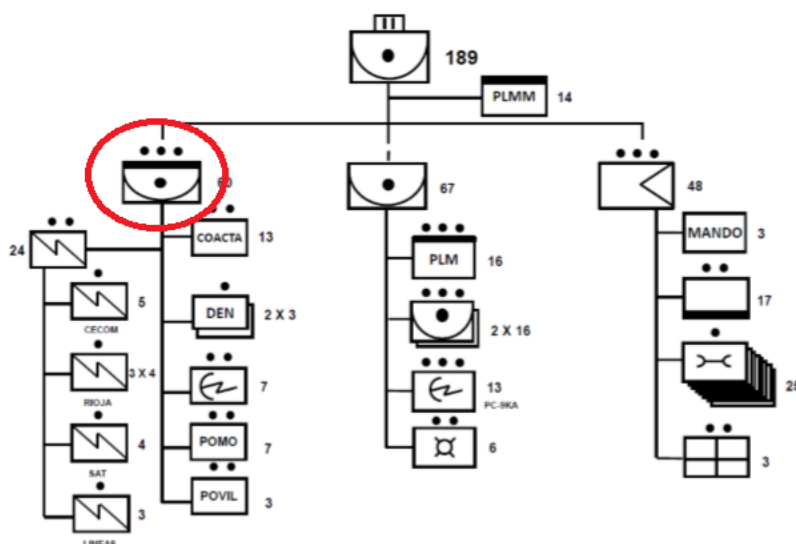


Ilustración 11 Organigrama UDACTA. Integración de unidad RPAS en la UDACTA [32]

³³ JP5: Combustible pesado que logra alcanzar altos niveles de seguridad y facilita los requisitos logísticos en términos de suministro, almacenamiento y disponibilidad en caso de despliegue remoto.

Tras el estudio realizado acerca de la integración del RPAS Scan Eagle, se puede concluir que, a pesar de los numerosos factores que se han de tener en cuenta y de la consecuente logística necesaria para integrar el sistema en la UDACTA NFC-1, es de imperiosa necesidad llevar a cabo esta acción para contribuir al levantamiento y sostenimiento de RMP, mejorar el conocimiento del entorno marítimo y colaborar con la vigilancia marítima en la zona asignada.

11. CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de este trabajo se puede apreciar la dificultad que encuentra la ACTA para realizar su misión debido a las limitaciones que presentan los medios de los que dispone. El papel que los RPAS podrían realizar actuando como parte integrante de la misma sería de gran ayuda y supondría un gran incremento en sus capacidades.

Tras el estudio de los medios de los que dispone la ACTA para cumplir su misión, se ha observado la urgente necesidad de una actualización de todos ellos. El obsoleto sistema Hércules y las limitaciones encontradas en los sistemas de localización e identificación de objetivos suponen un lastre para la unidad. Ante esta situación y dada la amplitud que supondría estudiar dicha actualización, queda pendiente esta actividad como trabajo futuro para años posteriores.

Por otro lado, tras el estudio de los RPAS, queda patente la extraordinaria evolución de este sector tanto en el mundo civil (en pleno auge) como en el militar, como medio de adquisición de información en las células de inteligencia de grandes unidades. De igual modo, los RPAS deben cumplir unos requerimientos para ser válidos en el apoyo a la UDACTA, siendo dos de ellos los únicos que los cumplen. Sin embargo, existen ciertos riesgos que se han de tener en cuenta actuando para evitarlos.

Una vez analizada la viabilidad del proyecto, se concluye que sería una solución óptima y muy positiva para la ACTA, dotándole de grandes capacidades de obtención de información y de una respuesta más rápida y eficaz.

En la realización de este trabajo se han encontrado limitaciones en la obtención de información del medio analizado Scan Eagle ya que ha sido imposible obtener su manual de empleo por tratarse de información confidencial. Además, la realización de las prácticas externas en una unidad sin medios RPAS ha supuesto tener que contactar en repetidas ocasiones con expertos de otra unidad. Debido al auge ya nombrado de los medios RPAS, sería un posible trabajo futuro la creación de más unidades o núcleos en el resto del territorio español para facilitar su empleo en todo el ET.

Finalmente, hay que destacar la importancia de las asignaturas cursadas en el Centro Universitario de la Defensa y en la Academia General Militar, ya que han supuesto la utilización de herramientas de trabajo de gran utilidad y ayuda en la realización del trabajo.

12. REFERENCIAS

- [1] Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). Ejército de Tierra, “Empleo de la artillería de costa. PD4-302.,” Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2016.
- [2] A. F. Ahedo Pellitero, “Secuencia de activación y misiones de la UDACTA,” *Memorial de artillería*, pp. 48–57, 2019.
- [3] T. Ruiz Martín, “Actualización de los shelters POMO y RAE de la BLIO,” *La bombardera*, pp. 26–27, 2017.
- [4] O. Díaz Miranda, “Cámara HRC-U MS, ‘Nuevos horizontes’ para el POMO,” *La bombardera*, p. 23, 2016.
- [5] Ministerio de Defensa, “Segunda activación de la UDACTA en el primer trimestre del año 2018.” [Online]. Available: https://emad.defensa.gob.es/en/operaciones/noticias/2018/06/listado/180621-udacta-vsm-2activacion.html?__locale=en.
- [6] I. Alcina Warleta, “Participación de la artillería de costa en la fuerza conjunta: la UDACTA,” *Memorial de artillería*, pp. 43–55, 2016.
- [7] J. A. Cauqui Carretero, “Evolución del sistema de mando y control de Artillería de Costa ‘HÉRCULES,’” *Memorial de artillería*, pp. 55–59, 2018.
- [8] Subdirección General de Gestión de Programas. Dirección General de Armamento y Material (DGAM), “Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT). Expediente: Adquisición de dos sistemas RPAS clase I small para ZO Fase II,” 2018.
- [9] Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). Ejército de Tierra, “Tiro de artillería de costa. PD4-316.,” Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2011.
- [10] Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). Ejército de Tierra, “Empleo táctico de la unidad de RPAS. PD4-013,” Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2016.
- [11] Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). Ejército de Tierra, “Empleo táctico del grupo de artillería de información y localización. PD4-301.,” Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2016.
- [12] Subdirección General de Planificación Tecnología e Innovación. Dirección General de Armamento y material (DGAM), “Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa ETID - 2015,” 2015.
- [13] Dirección de Investigación Doctrina Orgánica y Materiales (DIDOM). Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC), “Tendencias según especialidades,” Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2014.
- [14] B. Llandres Cuesta, “El desafío de la integración de los RPAS,” 2015.
- [15] Dirección de Investigación Doctrina Orgánica y Materiales (DIDOM). Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC), “Operación Romeo Alfa Afganistán Análisis De Experiencias UAV,” Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2014.
- [16] Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). Ejército de Tierra, “Lecciones aprendidas de la participación de la Unidad PASI en la operación R/A.,” Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2014.
- [17] INTA, “Flight manual SEARCHER MK III,” 2013.
- [18] Sistemas de Control Remoto (SCR), “Atlantic. UAV de medio alcance y alto rendimiento.”

- [19] SCR, "ATLANTIC – UAV de medio alcance y alto rendimiento," 2017.
- [20] Subdirección General de Gestión de Programas. Dirección General de Armamento y Material (DGAM), "Reseña entrega de un sistema RPAS clase I small Fulmar de thales/Wake," 2018.
- [21] Wake Engineering, "Ficha de producto sistema Fulmar," 2018.
- [22] F. Fernández Aguirre, "Adquisición RPAS Orbiter 3," *Patio de Armas*, pp. 32–34, 2019.
- [23] Ministerio de Defensa, "Informe campaña de vuelo 2016 Proyecto Rapaz fase II Sistema Orbiter 3," 2016.
- [24] Dirección General de Armamento y Material (DGAM), "Entrega de dos sistemas RPAS Clase I Small 'ORBITER 3B' de AERONAUTICS.," 2019.
- [25] A. Ruiz, "Los drones de la Armada vuelven a Torregorda desde Irak," *Diario de Cádiz*, 2019.
- [26] INSITU, "Alticam 14. Enhanced ISR turret for Integrator UAS," 2017.
- [27] Insitu, "EO900," 2015.
- [28] V. Sánchez, "De Torregorda a luchar contra el terrorismo yihadista en Irak," *La voz de Cádiz*, 2017.
- [29] Naval Technology, "ScanEagle – Mini-UAV (Unmanned Aerial Vehicle)," *Naval Technology*. [Online]. Available: <https://www.naval-technology.com/projects/scaneagle-uav/>. [Último acceso: 20 Octubre 2019].
- [30] D. Juárez Galán, "Los UAV de la Armada y los países de su entorno," *Revista general de marina*, 2016.
- [31] Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). Ejército de Tierra, "Empleo de la artillería antiaérea. PD4-300.," Madrid: Centro Geográfico del Ejército, 2016.
- [32] A. F. Ahedo Pellitero, "NOP UDACTA 32/16," 2016.
- [33] A. Ruiz Gazulla, "Preparación de una unidad de Artillería de Campaña para su despliegue en Zona de Operaciones con un entorno desértico o semidesértico y amenaza híbrida," 2016.
- [34] "Operación Atalanta." [Online]. Available: <https://www.dsn.gob.es/es/actualidad/sala-prensa/operacion-atalanta-eu-navfor-somalia>. [Último acceso: 10 Octubre 2019].
- [35] "ED Sophia-Ministerio de Defensa de España," 2019. [Online]. Available: https://www.defensa.gob.es/misiones/en_exterior/actuales/listado/eunavformed.html. [Último acceso: 10 Octubre 2019].

ANEXO A. CÁMARAS DEL SCAN EAGLE



EO900

High-magnification imagery for superior situational awareness.

EO900 combines the precision of an EO imager with the power of a high-definition telescope to deliver simultaneous views of a surveillance area. Each imager is independently controlled, allowing operators to zoom in on a target of interest such as a radio or weapon, while viewing the broader situation, such as a house, stretch of land, or large maritime vessel. The result is better situational awareness, better ISR and better mission outcomes.

KEY FEATURES

- › High-zoom imaging enables users to see facial features, weapon type or other identifying characteristics at a slant range of more than 8,000 feet
- › Picture-in-picture view ensures superior situational awareness; operators can zoom in on an object of interest while maintaining broad overwatch
- › Independent object tracking in both views
- › Embedded Alticam Vision™ imaging system that eliminates in-flight vibrations
- › Backed by Insitu's combat-proven ScanEagle platform; also, a potential capability for our Integrator platform

SPECIFICATIONS

GIMBAL

- › Tilt: 80° forward; 45° back
- › Roll: Endless 360°
- › Slew rate: 45°/sec

IMAGERS

- › Wavelength: 400–900 nm ›
- Pixels: 640 x 480

EO CAMERA

- › 36 x continuous zoom
- › 1.1°–25° horizontal field of view

TELESCOPE

- › 170x continuous zoom
- › 0.3°–48.7° horizontal field of view

Decision-making superiority delivered

Alticam 14

Enhanced ISR turret for Integrator™



Alticam 14 provides market-leading image collection capabilities for this class of unmanned aircraft. Designed from day one to integrate seamlessly with the Integrator air vehicle system, customers can now experience the resolution and clarity of airborne imagery that previously has only been available in higher-priced and larger-weight platforms.

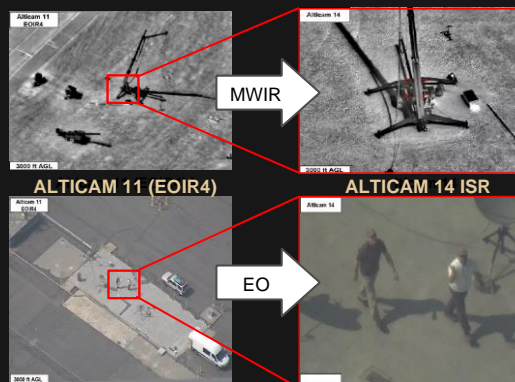
Decision-making
superiority delivered



Why Alticam 14?

Enhanced imagery

Alticam 14 achieves dramatic improvements in ground sample distance and standoff range when compared to existing systems available on the market today. Multi-sensor turret includes Electro-Optic (EO) and Mid-wave Infrared (MWIR) telescopes for superior Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR) and the highest resolution multi-spectral imagery yet.



Multi-imager, multi-feed software

No more flipping. See simultaneous imagery streams, allowing for intuitive consumption of imagery data. Choose any two of the sensors on board and see them displayed simultaneously.

Bandwidth efficient encoding profiles

Bandwidth is always contested. Maximize the utility of your bandwidth by utilizing the system's use-adjustable parameter set, enabling direct control of the encoders.

Maritime auto-gain

When your mission is over the water, our auto-gain automatically adjusts the image parameters to ensure you can collect and visualize the maximum amount of useful data.

Specifications

Image quality:	<ul style="list-style-type: none">+ EO continuous zoom field of view 0.13 – 31.5 degrees (Telescope optical FOV 0.13 degrees)+ MWIR continuous zoom field of view 0.65 – 22 degrees (Telescope optical FOV 0.65 degrees)
Modalities:	<ul style="list-style-type: none">+ Electro-optic+ Mid-wave Infrared+ Continuous zoom telescope optics+ Laser Rangefinder
Other benefits:	<ul style="list-style-type: none">+ Multiple, simultaneous video streams+ Picture-in-picture display option+ Bandwidth profiles for efficient bandwidth utilization+ High-definition imagers+ Digital video output+ MISB-compliant metadata streams+ Maritime auto-gain

To learn more about how Alticam 14 and the rest of the Insitu family of products and services can satisfy your intelligence, surveillance and reconnaissance requirements, please contact us at solutions@insitu.com.



ANEXO B. MATRIZ DE DECISIÓN

La herramienta utilizada ha sido una matriz de decisión, que es un gráfico que permite identificar y analizar las relaciones de diferentes conjuntos de información. Esta herramienta se utiliza para la selección de un proyecto, la evaluación de soluciones y el diseño de productos. El método utilizado en la matriz de decisión ha sido el de ponderación lineal, uno de los métodos de decisión multicriterio, en el que se han utilizado tanto datos cuantitativos como cualitativos.

La matriz de decisión está formada por los siguientes elementos:

- Estrategias: suponen las alternativas existentes en la decisión, en este caso serán los cinco medios RPAS analizados
- Criterios de decisión: suponen las cualidades más importantes que se han tenido en cuenta para elegir el RPAS óptimo.
- Ponderaciones: supone el peso de cada una de las cualidades de las alternativas a estudiar.

Para la elaboración de esta matriz de decisión, primero se llevó a cabo un estudio de las alternativas que se podían utilizar. Posteriormente se realizaron cuestionarios a un grupo de expertos, por un lado, en el empleo de los medios RPAS, y por otro, en el de los medios de adquisición en ACTA. De esta manera, estudiando dos puntos de vista diferentes, se concluyó la importancia de las cualidades más valoradas de un RPAS y se les puso una puntuación según su peso.

A continuación, se estimó una puntuación (a través de las entrevistas realizadas al grupo de expertos) para cada uno de los criterios de decisión en cada estrategia, ponderada entre 0 y 1. Finalmente, realizando el cálculo de las puntuaciones totales de cada estrategia y criterio de decisión, se realizó la suma global, obteniendo un resultado y la elección de un RPAS como óptimo.

ANEXO C. ENTREVISTAS-PERSONAL EXPERTO

Durante este trabajo ha sido necesario la colaboración de personal experto en el empleo de los medios de ACTA y de los RPAS analizados para poder llevar a cabo con la máxima precisión la elaboración de los análisis realizados.

La mayoría de los expertos entrevistados son oficiales y suboficiales del arma de artillería tanto del RACTA 4 como del GAIL con amplia experiencia en los medios utilizados y en misiones en el exterior con los mismos.

A continuación, se expone un listado del personal que ha formado parte con más constancia en las entrevistas.

Personal ACTA

- Cap. jefe Bía Armas
- Cap. jefe Bía PLMM
- 3 Tte. Scc. Armas
- Tte. Scc. PLMM
- 2 Sgto. 1 Auxiliar 1ª Bía
- 6 Sgto. Scc Armas

Personal Infantería de Marina

- Cbo 1º Operador RPAS

Personal ARMADA

- Sgto 1º Operador RPAS

Personal GAIL

- Sgto 1º Operador RPAS

FICHA TÉCNICA DE LA ENCUESTA

Objetivo: El objetivo de las encuestas realizadas ha sido obtener la información necesaria sobre las experiencias vividas en el empleo de los medios RPAS, obteniendo la información más relevante de las características de estos medios.

Ámbito geográfico: San Fernando, Cádiz.

Número de entrevistas: 3

Número de respuestas: 3

Tasa de respuesta: 100%.

Muestreo: Se ha seleccionado al equipo de expertos en base a su experiencia con el empleo de los medios y sus amplios conocimientos tanto teóricos como prácticos.

Fecha y lugar: Días entre 30/09/2019 y 10/10/2019 en San Fernando, Cádiz.

Preguntas realizadas en la encuesta 1:

Enumere los RPAS que considera óptimos para su posible integración dentro de la UDACTA NFC-1.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

¿Qué características considera indispensables en un RPAS que va a ser integrado en la UDACTA?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

¿Considera interesante y/o necesario llevar a cabo la integración de un medio RPAS en la UDACTA? ¿Por qué?

Preguntas realizadas en la encuesta 2:

¿Qué ponderación considera que se debe aportar a cada característica de los medios RPAS si se integrara en la UDACTA? (Se asignará un 1 si es muy poco relevante y un 9 si es fundamental)

	PONDERACIÓN
CRITERIOS DE DECISIÓN	(0-9)
Autonomía	
Alcance	
Facilidad despegue y aterrizaje	
Respuesta ante condiciones climatológicas adversas	
Logística	
Tiempo en puesta a punto	
Calidad de cámaras y sensores	
Personal necesario	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto a la **AUTONOMÍA**?

	PONDERACIÓN
AUTONOMÍA	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto al **ALCANCE**?

	PONDERACIÓN
ALCANCE	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto a la **FACILIDAD DESPEGUE Y ATERRIZAJE**?

	PONDERACIÓN
FACILIDAD DESPEGUE Y ATERRIZAJE	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto a la **RESPUESTA ANTE CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS ADVERSAS**?

	PONDERACIÓN
RESPUESTA ANTE COND. CLIMATOLÓGICAS ADVERSAS	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto a la **LOGÍSTICA**?

	PONDERACIÓN
LOGÍSTICA	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto al **TIEMPO EN PUESTA A PUNTO**?

	PONDERACIÓN
TIEMPO EN PUESTA A PUNTO	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto a la **CALIDAD DE CÁMARAS Y SENSORES**?

	PONDERACIÓN
CALIDAD DE CÁMARAS Y SENSORES	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

¿Analizando los medios RPAS escogidos y sus características, que puntuación le daría entre 0 y 1 a cada uno de ellos en cuanto al **PERSONAL NECESARIO**?

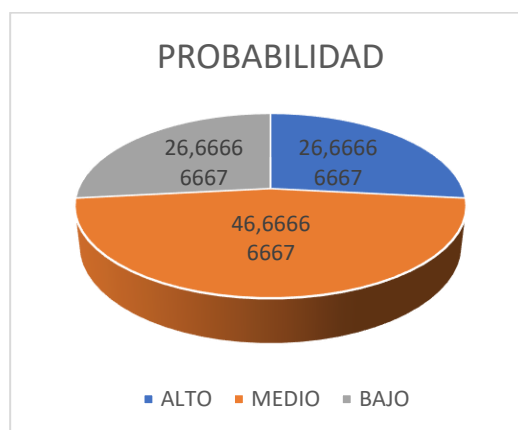
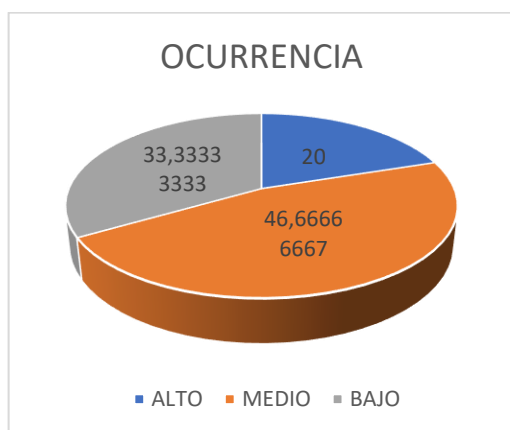
	PONDERACIÓN
PERSONAL NECESARIO	(0-1)
SEARCHER MK III	
ATLANTIC	
FULMAR	
SCAN EAGLE	
ORBITER 3	

Preguntas realizadas en la encuesta 3:

Para el análisis de riesgos, se pidió a cada uno de los expertos que diese una puntuación entre ALTA, MEDIA O BAJA según el riesgo nombrado. A continuación, se exponen los resultados de la encuesta efectuada:

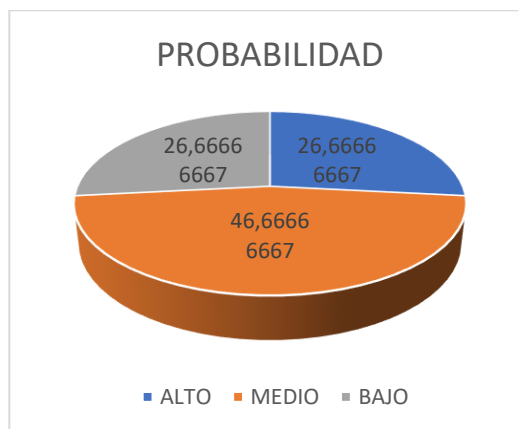
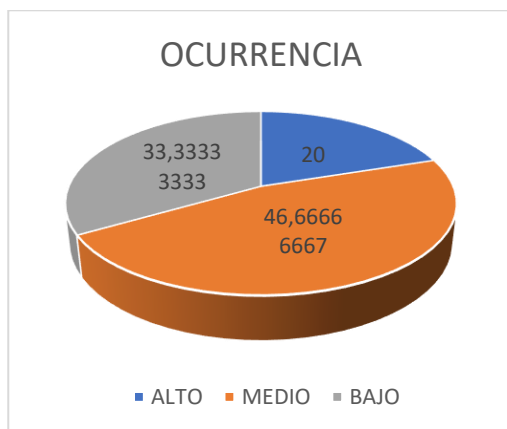
Captura del RPA por el enemigo

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 2	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 3	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 4	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 5	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 6	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 7	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 8	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 9	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 10	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 11	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 12	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 13	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 14	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 15	0	0	1	1	0	0
SUMA	5	7	3	8	4	3
PORCENTAJE	33,333333	46,666667	20	53,333333	26,666667	20



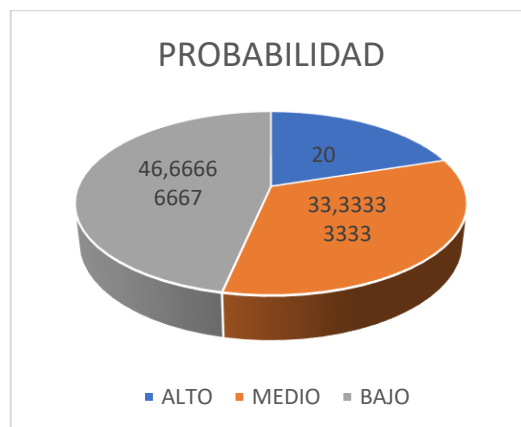
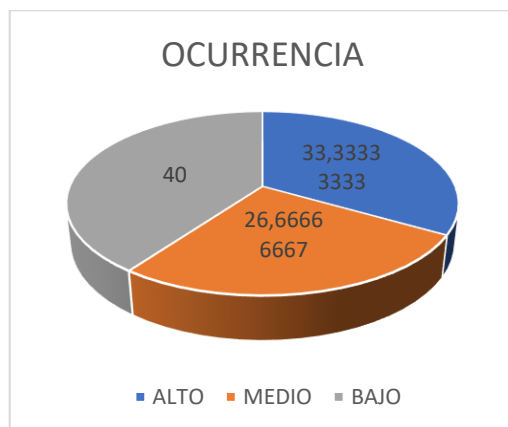
Rechazo de la opinión pública

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 2	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 3	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 4	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 5	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 6	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 7	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 8	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 9	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 10	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 11	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 12	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 13	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 14	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 15	1	0	0	0	0	1
SUMA	3	7	5	4	7	4
PORCENTAJE	20	46,6666667	33,3333333	26,6666667	46,6666667	26,6666667



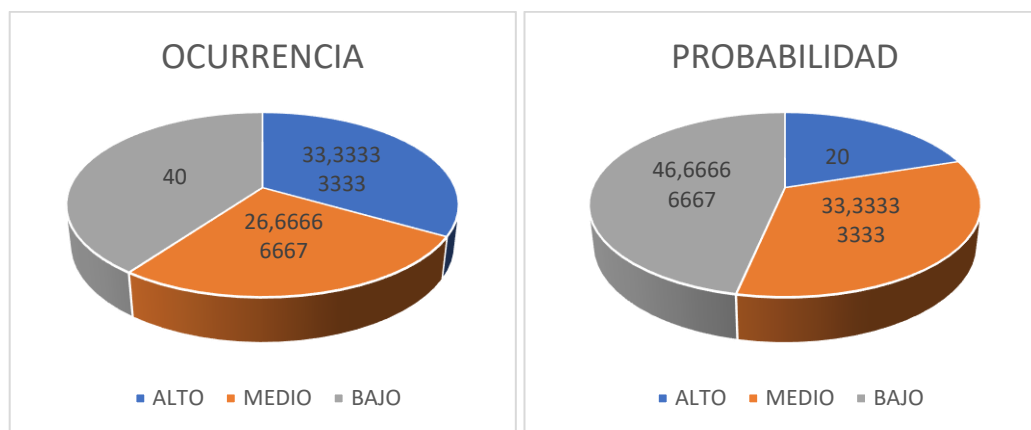
Fallo en el posicionamiento del RPAS

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 2	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 3	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 4	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 5	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 6	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 7	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 8	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 9	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 10	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 11	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 12	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 13	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 14	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 15	1	0	0	0	1	0
SUMA	7	4	4	3	8	4
PORCENTAJE	46,6666667	26,6666667	26,6666667	20	53,3333333	26,6666667



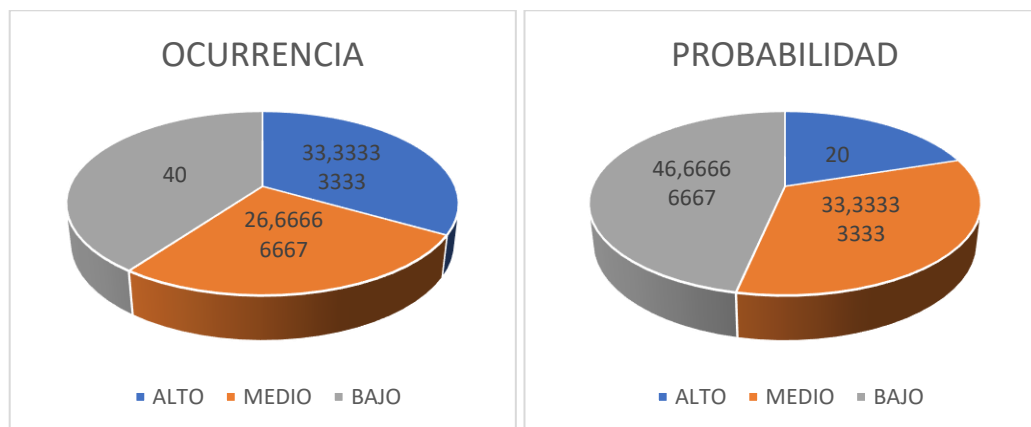
Caída del RPAS al mar

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 2	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 3	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 4	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 5	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 6	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 7	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 8	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 9	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 10	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 11	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 12	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 13	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 14	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 15	1	0	0	1	0	0
SUMA	6	5	4	4	7	4
PORCENTAJE	40	33,333333	26,666667	26,666667	46,666667	26,666667



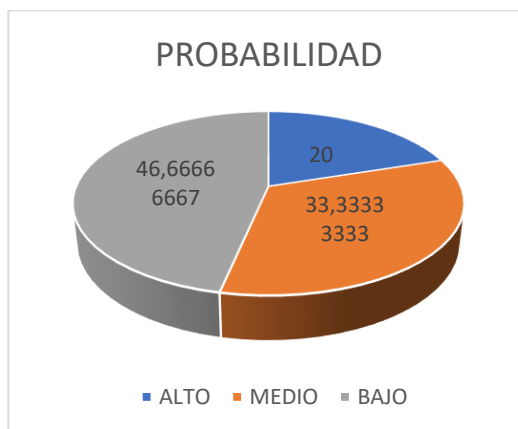
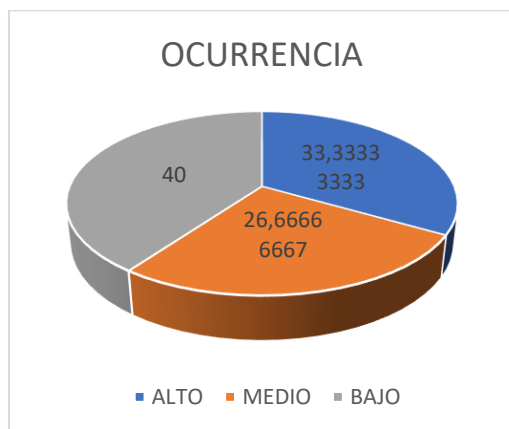
Imposibilidad de ser utilizado

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 2	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 3	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 4	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 5	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 6	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 7	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 8	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 9	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 10	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 11	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 12	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 13	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 14	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 15	1	0	0	1	0	0
SUMA	6	5	4	3	5	7
PORCENTAJE	40	33,3333333	26,6666667	20	33,3333333	46,6666667



Imposibilidad de recabar información

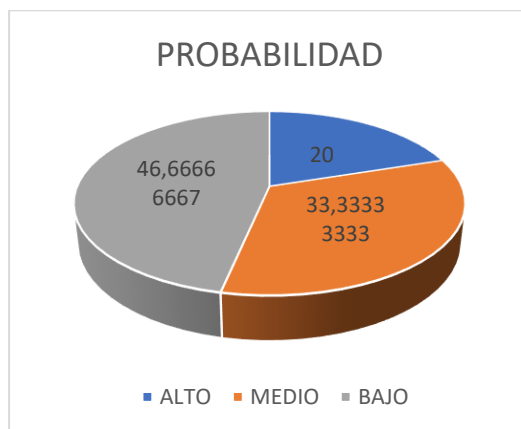
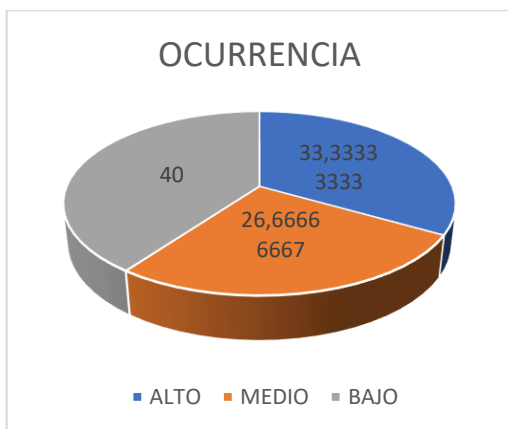
¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 2	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 3	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 4	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 5	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 6	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 7	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 8	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 9	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 10	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 11	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 12	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 13	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 14	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 15	1	0	0	0	1	0
SUMA	6	6	3	4	3	8
PORCENTAJE	40	40	20	26,66666667	20	53,3333333



Agotamiento de combustible en vuelo

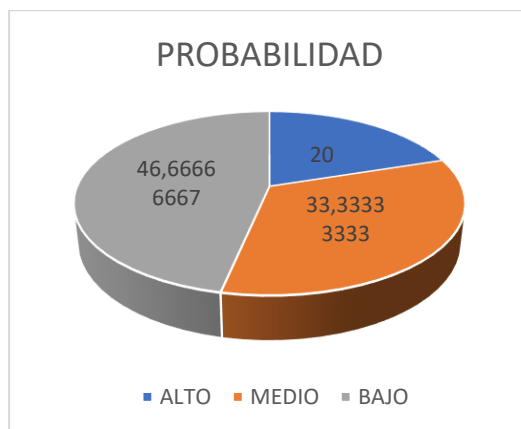
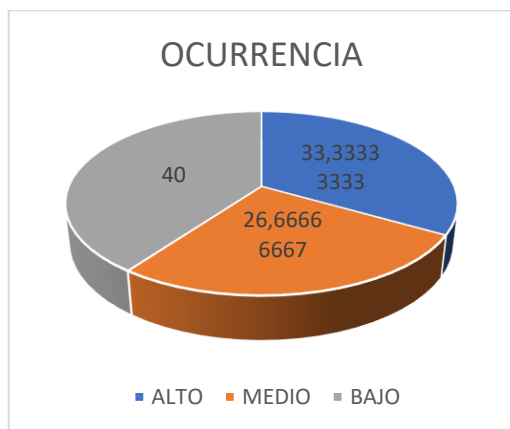
¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?

	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 2	1	0	0	1	0	0
EXPERTO 3	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 4	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 5	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 6	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 7	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 8	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 9	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 10	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 11	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 12	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 13	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 14	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 15	0	1	0	0	1	0
SUMA	3	8	4	5	3	7
PORCENTAJE	20	53,3333333	26,6666667	33,3333333	20	46,6666667



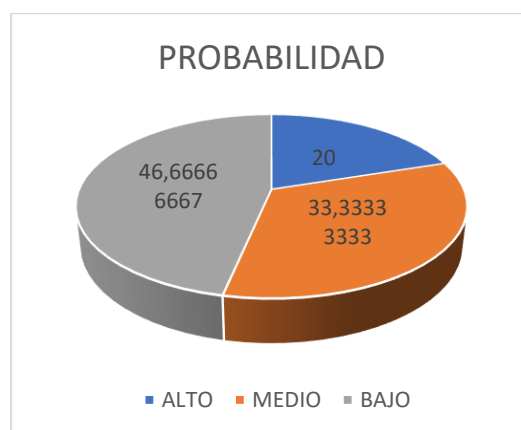
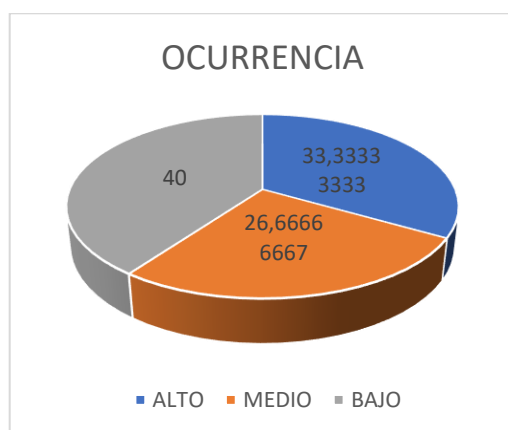
Imposibilidad de cambiar la cámara EO/IR en vuelo

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 2	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 3	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 4	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 5	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 6	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 7	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 8	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 9	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 10	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 11	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 12	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 13	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 14	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 15	0	1	0	1	0	0
SUMA	2	6	7	4	4	7
PORCENTAJE	13,33333333	40	46,66666667	26,66666667	26,66666667	46,66666667



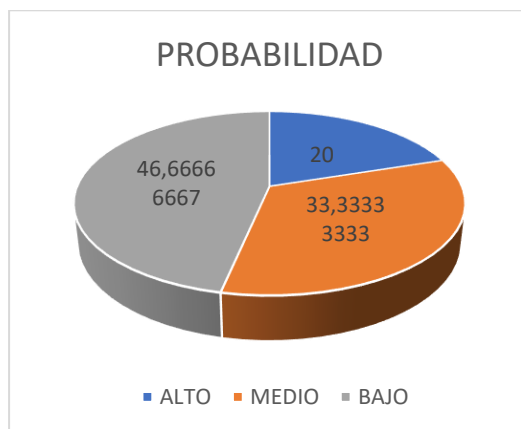
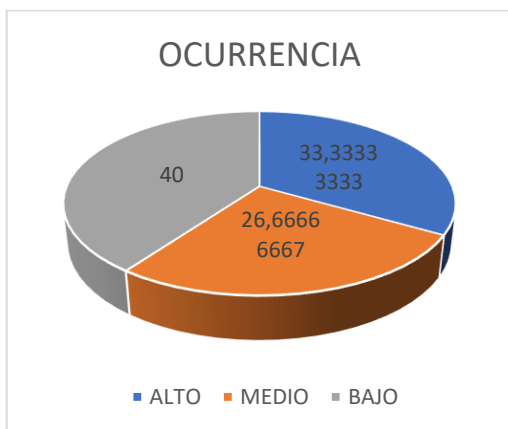
Falta de personal para realizar la misión

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 2	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 3	0	1	0	1	0	0
EXPERTO 4	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 5	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 6	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 7	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 8	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 9	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 10	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 11	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 12	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 13	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 14	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 15	0	0	1	0	1	0
SUMA	3	5	7	4	6	5
PORCENTAJE	20	33,3333333	46,6666667	26,6666667	40	33,3333333



Imposibilidad de transmisión de datos a PCUDACTA

¿Cómo valoraría la ocurrencia de este riesgo (marque 1 en su opción) y la probabilidad de que suceda (Baja, Media o Alta)?						
	OCURRENCIA RIESGO			PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTA	MEDIA	BAJA
EXPERTO 1	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 2	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 3	0	0	1	0	1	0
EXPERTO 4	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 5	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 6	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 7	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 8	0	1	0	0	0	1
EXPERTO 9	1	0	0	0	1	0
EXPERTO 10	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 11	0	0	1	1	0	0
EXPERTO 12	0	0	1	0	0	1
EXPERTO 13	0	1	0	0	1	0
EXPERTO 14	1	0	0	0	0	1
EXPERTO 15	1	0	0	0	0	1
SUMA	5	4	6	3	5	7
PORCENTAJE	33,3333333	26,6666667	40	20	33,3333333	46,6666667



ANEXO D. ANÁLISIS DE RIESGOS

Para la elaboración del análisis de riesgos es imprescindible conocer que se entiende por riesgo. Un riesgo es una condición incierta que, en caso de producirse, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto. Con este análisis se trata de gestionar aquellos riesgos experimentados, para prever una solución anticipada a su ocurrencia, y minimizar su impacto y probabilidad.

La forma de realizar el análisis ha sido a partir de una matriz de probabilidad e impacto que permite clasificar los riesgos. Para construir dicha matriz se asigna una probabilidad de ocurrencia a cada riesgo teniendo en cuenta los factores que afectan mediante un índice numérico entero, pudiendo ser alta (3), media (2) o baja (1). Por otra parte, se estipula el impacto que supondría la ocurrencia del riesgo, nuevamente distinguiendo entre un impacto bajo (L), medio (M) o alto (H). De este modo, se establece una diferenciación de los riesgos mediante la tabla generada, siendo los más críticos aquellos que se encuentran en la esquina superior derecha, de color rojo, y disminuyendo el nivel de riesgo (NR) en diagonal como lo hace la degradación de colores hasta el verde [33].

Probabilidad	3	3L	3M	3H
	2	2L	2M	2H
	1	1L	1M	1H
		Low	Medium	High
		Impacto		

Ilustración 12 Matriz de Probabilidad de ocurrencia-impacto

Esta clasificación de los riesgos permite priorizar a la hora de enfrentarse a ellos, de modo que se atenderán primero los rojos, a continuación, los naranjas y después los amarillos para terminar con aquellos de color verde. Los riesgos se han introducido en un registro que permite comprobar de forma clara y esquemática su origen, su probabilidad, su importancia, la solución que habría que adoptar y, por último, una posible disminución del impacto de cada riesgo tras aplicar la solución propuesta.